sigma

TIJDSCHRIFT VOOR INDUSTRIËLE STATISTIEK EN KWALITEITSBELEID - NUMMER



1956



sigma Σ

nummer 6 - december 1956

Ditmaal....

Sigma wordt uitgegeven door de Stichting Kwaliteitsdienst voor de Industrie in samenwerking met de Vereniging voor Statistiek.
Het verschijnt twee-maandelijks.



Adres Redactie en Administratie Sigma:

Koninginnegracht 101
's-Gravenhage. Tel. 01700/636910

Adres Redactie Statistisch Nieuws:

Oostduinlaan 2
's-Gravenhage. Tel.: 01700/184270.



Abonnementsprijs

f 9,— per zes nummers. Deze prijs geldt voor Nederland, de Nederlandse Antillen, Suriname, België, Luxemburg en Indonesië.

Voor de overige landen bedraagt de abonnementsprijs *f* 11,—, alles bij vooruitbetaling op gironummer 629376, ten name van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie te 's-Gravenhage.

De prijs van losse nummers bedraagt *f* 2,—.
Leden van de Vereniging voor Statistiek ontvangen Sigma **gratis.**

J. P. R. Duisterwinkel, medewerker van de Statistische Afdeling van de N.V. Research-AKU

Het verband tussen de binomiale-, normale- en

Inleiding

Nog niet zo lang geleden, nl. omstreeks 1900, deed de stelling opgeld, dat iedere behoorlijke verdeling normaal (d.w.z. een verdeling van Gauss) zou moeten zijn. In dit verband kunnen roemruchte namen als Quetelet en Galton worden genoemd [1]. De verklaring van dit — achteraf bezien — nogal merkwaardige standpunt zou volgens sommigen hierin bestaan dat in die tijd de practici zich verlieten op de bewijzen, geleverd door de theoretici, terwijl de theoretici zich bij hun verklaring lieten leiden door de „ervaring" van de practici.

Al is men van dit extreme standpunt teruggekomen, toch speelt de normale verdeling ook nu nog een uiterst voorname en min of meer centrale rol in de moderne statistiek. Daarnaast zijn echter twee andere verdelingen naar voren gekomen, nl. de binomiale en de Poissonverdeling.

In de meeste leerboeken over de statistiek treft men tegenwoordig deze drie elementaire „basisverdelingen" aan, waarmede men tracht de empirische gegevens meester te worden. Deze drie verdelingen, welke elkaar enerzijds aanvullen, staan anderzijds geenszins los van elkaar; zo blijkt dat de normale verdeling in vele gevallen (maar niet altijd!) gebruikt kan worden als benadering en vervanging voor de beide andere verdelingen, hetgeen — gezien de prettige eigenschappen van de normale verdeling — voor verschillende praktische toepassingen bijzonder belangrijk is.

De normale verdeling is b.v. zeer eenvoudig te tabelleren, de Poissonverdeling in eerste instantie ook nog wel (zie bijv. [2]); de binomiale verdeling is daarentegen in dit opzicht nogal onhandelbaar. Gelukkig biedt in die gevallen, dat een normale verdeling niet bruikbaar is om de binomiale verdeling te vervangen, de Poissonverdeling vaak uitkomst.

Het is de bedoeling van dit artikel om door middel van een serie figuren het verband tussen deze drie basisverdelingen te laten zien en nader toe te lichten. Vooraf echter worden de drie verdelingen ieder beknopt gekarakteriseerd.

De binomiale verdeling

Indien bij zgn. alternatieve gebeurtenissen (bijv. goed resp. afkeuren bij stukscontrole) steeds eenzelfde kans p' bestaat op de ene gebeurtenis (bijv. afkeuren) en dus een constante kans $1\text{-}p'$ op de andere gebeurtenis (goedkeuren), dan zal het aantal keren, dat bijv. de eerste gebeurtenis in aselecte steekproeven van gelijke omvang heeft plaats gevonden, binomiaal zijn verdeeld.

De binomiale verdeling wordt bepaald door twee grootheden (parameters), nl. de constante kans op een bepaalde gebeurtenis p' en de grootte van de steekproef n. De verdeling bezit een typisch discreet karakter, daar de gebeurtenis slechts een geheel aantal malen kan optreden.

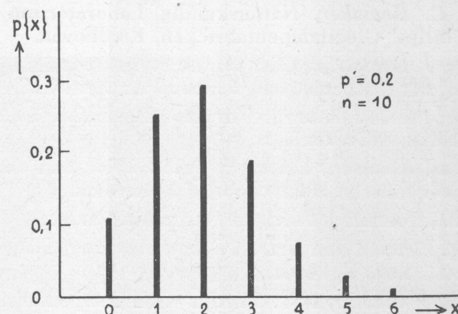


Fig. 1. Binomiale verdeling voor $p' = 0{,}2$ en $n = 10$.

In figuur 1 is een binomiale verdeling weergegeven voor $p' = 0{,}2$ en $n = 10$. Uit deze figuur blijkt duidelijk dit discrete karakter, aangezien de kansen $p\{x\}$ op $0, 1, 2, 3, \ldots$ gebeurtenissen worden weergegeven door de lengten van de „staken", opgericht in de punten met abscis resp. $0, 1, 2, 3, \ldots$[1])

Een voorbeeld van een binomiale verdeling voor $p' = 0{,}5$ is de verdeling van het aantal malen kop bij worpen met vijf zuivere munten. Werpt men vele malen met deze vijf munten, dan zal de empirische verdeling naderen tot de binomiale verdeling voor $p' = 0{,}5$ en $n = 5$ (zie figuur 4a).

---

[1]) Bij een continue verdeling, zoals bijv. de normale, wordt verticaal niet de kans, maar de zgn. „kansdichtheid" $p\{x\}$ uitgezet. Een kans wordt dan grafisch voorgesteld door de oppervlakte van een strook onder de verdelingskurve.

Poisson-verdeling

De binomiale verdeling ontleent zijn naam aan het feit, dat de kansen op resp. *0, 1, 2,...* gebeurtenissen in steekproeven van omvang n gelijk zijn aan de opeenvolgende termen in de zgn. ontwikkeling volgens Newton [2]) van het binomium

$$(q' + p')\, n.$$

In het algemeen is de kans op $\varkappa$ gebeurtenissen van de soort, waarop een kans p' bestaat (en dus $n - \varkappa$ van de andere soort) gelijk aan:

$$p\{\varkappa\} = \binom{n}{\varkappa} p'^{\varkappa} (1 - p')^{n - \varkappa}, \qquad (\varkappa = 0, 1, \ldots, n)$$

Hierbij is $\binom{n}{\varkappa}$ het zgn. binomiaalsymbool (lees: n boven $\varkappa$), gedefinieerd:

$$\binom{n}{\varkappa} = \frac{n!}{\varkappa!\,(n-\varkappa)!} = \frac{n\,(n-1)\ldots,(n-\varkappa+1)}{1.\,2.\,3.\,4.\ldots\varkappa}$$

Voor een binomiale verdeling is het gemiddelde $\mu = np'$ en de standaarddeviatie

$$\sigma = \sqrt{np'\,(1 - p')}\ldots\ldots\ldots\ldots{}^{3})$$

De Poissonverdeling

Indien gebeurtenissen op volkomen toevallige wijze in de tijd plaatsvinden, d.w.z. op ieder tijdstip een even grote kans hebben om voor te komen, zal de verdeling van het aantal gebeurtenissen per tijdsinterval van zekere lengte een Poissonverdeling zijn (inplaats van tijd kan men hier ook lezen: massa, lengte, volume e.d.). Zo zal bijv. de verdeling van het aantal verloren voorwerpen per dag in een warenhuis een Poissonverdeling zijn, indien het op ieder tijdstip even waarschijnlijk is dat een of ander voorwerp verloren wordt.

De Poissonverdeling wordt bepaald door slechts één parameter, nl. het gemiddelde aantal gebeurtenissen per interval, c'. De verdeling is evenals de binomiale verdeling discreet, daar de gebeurtenis slechts een geheel aantal malen *0, 1, 2, 3,...* kan optreden. In fig. 2 wordt een Poissonverdeling weergegeven met gemiddelde $c' = 1$.

2) Men raadplege een H.B.S.-boek over algebra!

3) Beschouwt men in plaats van *het aantal de fractie* gebeurtenissen $P = \frac{\varkappa}{n}$, dan is het gemiddelde $\mu = p'$ en de standaarddeviatie $\sigma = \sqrt{\frac{p'\,(1-p')}{n}}$

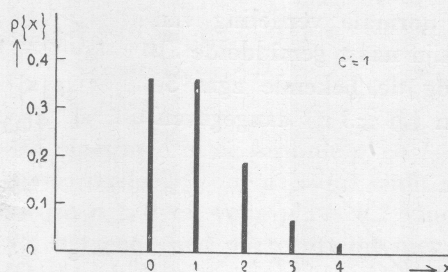


Fig. 2. Poissonverdeling voor $c' = 1$.

Voorbeelden van Poissonverdelingen zijn voorts de verdeling van het aantal garenbreuken per spindel (vgl. [3]) en die van het aantal „neps" per oppervlakte-eenheid in een krasvlies (vgl. [4]).

De Poissonverdeling wordt beschreven door de volgende formule, welke de kans weergeeft op het voorkomen van $\varkappa$ gebeurtenissen:

$$p\{\varkappa\} = \frac{e^{-c'}\,c'^{\varkappa}}{\varkappa!} \qquad (\varkappa = 0, 1, 2, 3\ldots)$$

Een Poisson-verdeling met gemiddelde c' heeft als standaarddeviatie $\sigma = \sqrt{c'}$.

De normale verdeling

Onder de continue verdelingen neemt de normale verdeling een centrale plaats in. Het is voor praktische doeleinden van groot belang dat een normale verdeling zeer eenvoudig is te transformeren tot een zgn. gestandaardiseerde verdeling, welke in formule en vooral in tabelvorm eenvoudig is vast te leggen.

Een normale verdeling kan men zich ontstaan denken doordat, bij het mikken op een bepaalde normwaarde, het resultaat ten gevolge van een groot aantal continue variabele storingen (alle van dezelfde grootte-orde en zowel positief als negatief) afwijkt van deze normwaarde. Meestal conpenseren deze afwijkingen elkaar min of meer, soms echter werkt een groot aantal van de storingen samen naar één kant, waardoor een grotere afwijking ontstaat. Dit kansspelletje (vgl. het werpen met een groep van 5 munten, boven genoemd) is zodanig, dat een grotere afwijking van de normwaarde een kleinere kans op voorkomen bezit. De normale verdeling, die zich theoretisch uitstrekt van $-\infty$ tot $+\infty$ is dan ook gekenmerkt door een typische klokvorm (vgl. fig. 3). Deze vorm als zodanig is onafhankelijk van de grootte van de beide parameters, waardoor de normale verdeling wordt bepaald, nl. het gemiddelde (de normwaarde) μ en de standaarddeviatie σ.

In de normale verdeling van fig. 3 zijn naast gemiddelde μ ook nog de bekende zgn. 3σ grenzen ($\mu \pm 3\sigma$) aangegeven.

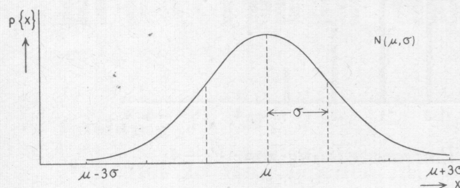


Fig. 3. Normale verdeling met gemiddelde μ en standaarddeviatie σ.

Een klassiek voorbeeld van een normale verdeling is de lengteverdeling van recruten, de bekende willige slachtoffers van vele onderzoekingen.
De normale verdeling wordt beschreven door de verdeling van de kansdichtheid, d.w.z. de ordinaat van de normale kromme:

$$p\{\varkappa\} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{(\varkappa-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

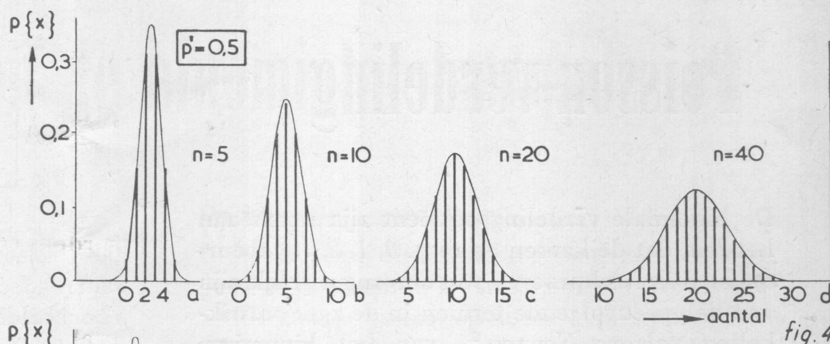
Hierin is $e = 2{,}718\ldots$ het grondtal van het natuurlijke logarithmenstelsel.

Het verband tussen de drie verdelingen

Dit verband kan het eenvoudigst worden beschreven door uit te gaan van de binomiale verdeling en daarbij te onderscheiden p' „groot" $(p' > 0{,}1)$ en p' „klein" $(p' < 0{,}1)$.

Voor $p' > 0{,}1$ kan men de binomiale verdeling benaderen door een normale verdeling met hetzelfde gemiddelde en dezelfde standaarddeviatie als de betreffende binomiale verdeling, dus $\mu = np'$ resp. $\sigma = \sqrt{np'(1-p')}$.
Om de discrete binomiale verdeling meer in overeenstemming te krijgen met de continue normale verdeling moet men het aantal $\varkappa$ a.h.w. „uitgesmeerd" denken over het interval $\varkappa \pm \frac{1}{2}$. In de figuren 4 en 5 worden een aantal binomiale verdelingen voor $p' = 0{,}5$ resp. $p' = 0{,}2$ weergegeven met de daarbij aangepaste normale verdelingen.

Benadering van een binomiale verdeling (voor p'>0,1) door een normale verdeling



p{x}
p'=0,2
n=5 n=10 n=20 n=40
aantal
fig. 5

Fig. 4. Binomiale verdelingen voor $p' = 0{,}5$ en $n = 5; 10; 20; 40$ benaderd door normale verdelingen met $\mu = 0{,}5n$ en $\sigma = 0{,}5\sqrt{n}$.

Fig. 5. Binomiale verdelingen voor $p' = 0{,}2$ en $n = 5; 10; 20; 40$ benaderd door normale verdelingen met $\mu = 0{,}2n$ en $\sigma = 0{,}4\sqrt{n}$.

Benadering van een binomiale verdeling (voor p'<0,1) door een Poisson-verdeling en (bij toenemende n, d.w.z. toenemend gemiddelde) door een normale verdeling

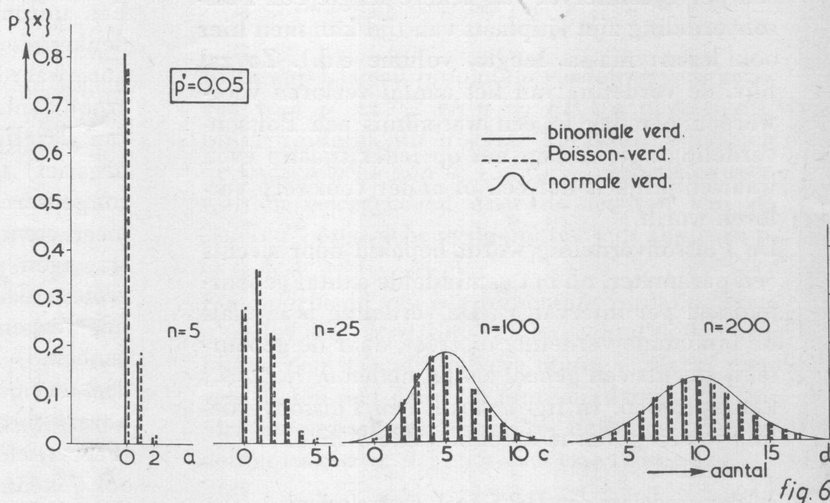


Fig. 6. Binomiale verdelingen voor $p' = 0{,}05$ en $n = 5, 25, 100, 200$ benaderd door Poissonverdelingen met resp. $c' = 0{,}25; 1{,}25; 5; 10$ en voor $n = 100$ resp. 200 tevens benaderd door normale verdelingen met $\mu = 5$ en $\sigma = \sqrt{100.0{,}05.0{,}95} =$ ca. $\sqrt{5}$ resp. $\mu = 10$ en $\sigma = \sqrt{200.0{,}05.0{,}95} =$ ca. $\sqrt{10}$.

Uit fig. 4 kan men zien, dat slechts voor $n = 5$ de bijbehorende normale verdeling enigszins afwijkt van de binomiale (fig. 4a), terwijl vanaf $n = 10$ de aanpassing al zeer goed is (fig. 4b, c, d). Het is ook wel te verwachten, dat de normale en binomiale verdeling in dit geval vrij snel zullen overeenstemmen, aangezien voor $p' = 0{,}5$ de binomiale verdeling symmetrisch is. In fig. 5 is $p' = 0{,}2$; de binomiale verdeling is nu positief scheef en de overeenstemming is dan ook veel minder fraai. Pas bij $n = 40$ of meer is de benadering redelijk te noemen.

Voor $p' < 0{,}1$ kan de binomiale verdeling het best benaderd worden door een Poissonverdeling met hetzelfde gemiddelde (dus $c' = np'$).
Dit vindt zijn verklaring hierin, dat men de Poissonverdeling ook kan verkrijgen als limietgeval van de binomiale verdeling, nl. als $n \rightarrow \infty$ en $p' \rightarrow 0$, echter zodanig, dat het gemiddelde np' $(= c')$ eindig blijft. In de literatuur kan men meestal nog lezen en het wordt ook gesuggereerd door de zojuist genoemde afleiding van de Poissonverdeling uit de binomiale verdeling, dat de steekproefomvang n „zeer groot" moet zijn voor een goede benadering van een binomiale - door een Poissonverdeling. Natuurlijk is de benadering des te beter naarmate n groter is, doch ook voor kleine waarden van n is de benadering al redelijk.
Beschouwing van fig. 6a leert dat de (getrokken) binomiale verdeling redelijk goed wordt benaderd door de (gestippelde) Poissonverdeling met $c' = np' = 5 \times 0{,}05 = 0{,}25$.

Bij toenemende steekproefgrootte n wordt de benadering inderdaad steeds beter. Dit is duidelijk te zien in fig. 6 b, c, d, waarin de binomiale verdelingen met $p' = 0{,}05$ en resp. $n = 25; 100; 200$ worden benaderd door Poissonverdelingen met resp. $c' = 1{,}25; 5; 10$.

Bij toenemend gemiddelde, nl. zodra

$$c' = np' > 9$$

kunnen zowel de binomiale verdeling als de Poissonverdeling weer goed worden benaderd door een normale verdeling met overeenkomstig gemiddelde en standaarddeviatie. In figuur 6d $(n = 200;\ p' = 0{,}05$, d.w.z. $c' = np' = 10)$ is de benadering al redelijk goed.

Inplaats van deze visuele beschouwingen kan men bij de benadering van een binomiale of een Poissonverdeling door een normale verdeling ook uitgaan van de eis, dat deze met beide staarten „aan de grond" moet komen. Dit leidt tot de voorwaarde $\mu - 3\sigma > 0$ (vgl. fig. 3).
Voor de binomiale verdeling geeft dit

$$n^2 p'^2 > 9\, np'(1-p')$$

waaruit volgt: $n > 9 \dfrac{(1-p')}{p'}$

(Hierbij is uitgegaan van $p' \leq 0{,}5$. Indien $p' > 0{,}5$ moet men in de formule p' en $1-p'$ van plaats verwisselen.) Voor $p' = 0{,}5$ vindt men op deze wijze $n > 9$ en voor $p' = 0{,}2$ vindt men $n > 36$, hetgeen goed overeenstemt met bovenstaande visuele beschouwing. Voor een Poissonverdeling vindt men analoog als eis voor het gemiddelde $c' > 9$.
We komen dus tot de conclusie, dat het gelukkig veelal niet nodig zal zijn gebruik te maken van de veel rekenwerk (en dus tijd) vergende binomiale verdeling, aangezien de beter hanteerbare benaderingen via de normale- of Poissonverdeling in de meeste gevallen voor de praktijk voldoende nauwkeurig zijn.

Literatuur:

[1] *Prof. Dr. D. van Dantzig*, Enkele historische betrekkingen tussen mathematische en verzamelende statistiek. Statistica *4* (1950), 6, pp. 240-242.

[2] *V.V.S.*, Statistische tabellen en nomogrammen, (Stenfert Kroese, Leiden).

[3] *A. Bakker*, Garenbreuken en de Poisson-verdeling, Sigma *1* (1955), 4, pp. 78-81.

[4] *Ir. W. F. du Bois*, Een toepassing der Poissonverdeling in de garenspinnerij, Sigma *1* (1955), 4, pp. 82-83.

[5] *A. Hald*, Statistical theory with engineering applications (1952); John Wiley & Sons, New York), pp. 119-127; 668-685; 714-718.

[6] *S. S. Wilks*, Elementary statistical analysis, (1951; Princeton University Press, New Jersey), pp. 121-164 (hoofdst. 6, 7 en 8).

Vergadering Bedrijfssectie

Op 19 januari 1957 zal de Heer M. L. Wijvekate een lezing voor de Bedrijfssectie houden over MERA-kaarten (mediaan-range-kaarten).

De spreker licht zijn onderwerp als volgt toe: „In de meeste gevallen wordt bij het verwerken van meetresultaten veelvuldig gebruik gemaakt van het *rekenkundig gemiddelde.* Als maatstaf voor de centrale waarde van een aantal uitkomsten bezit echter de *mediaan* vele voordelen. In de eerste plaats door de afwezigheid van rekenwerk, en in de tweede plaats omdat de mediaan veel minder gevoelig is voor „uitbijters".

De vergadering wordt gehouden in het Gebouw voor Kunsten en Wetenschappen, Mariaplaats te Utrecht. Aanvang 14.30 uur. Het Bestuur rekent op een grote opkomst. Ook introducé's zijn van harte welkom.

European Congres of the Econometric Society, Aix en Provence,

30 en 31 Augustus en 1 September

Het algemene onderwerp van dit congres was de bijdrage der econometrie aan de uitwerking van investeringsplannen. Vele bijdragen hielden daar dan ook rechtstreeks of zijdelings verband mee. Het wetenschappelijk peil der bijdragen was over het algemeen zeer hoog. Een deel ervan was voor hen, die in de industriële statistiek zijn geïnteresseerd, van gering belang. Immers daarin werden vaak zeer ingenieuze modellen geconstrueerd, over het voor en tegen waarvan heftig werd gediscussieerd, terwijl in het geheel niet bleek dat men ook maar had gedacht na te gaan, of het mogelijk zou zijn het model levend te maken met aan de praktijk ontleende cijfers.

Het is jaren geleden dat de econometristen zich beschouwden als de geacharneerde tegenstanders van de praateconomie; er is echter weinig gewonnen, wanneer het gepraat wordt vervangen door een eindeloze modellenconstructie, die niet leidt tot vastere conclusies dan de praateconomie.

Van de theoretische voordrachten was een der belangrijkste die van G. Tintner over stochastische lineaire programma's, waarvan de ideeën praktisch zijn getoetst in een studie van Babbar, Journal of the ASA, vol 50 (1955) pp. 854-869 en in een studie van Tintner in het Giornale degli Economisti, vol 14 (1955) pp. 299-317.

Prof. Allan gaf een voordracht over modellen met time lags, waarvan de structuur met behulp van een analoge computer door hem wordt getest. De Heren Barna en Prais gaven ieder een voordracht omtrent een studie over enterpreneurial behaviour.

De studie van Barna betrof investeringen en afschrijvingen, die van Prais het verband tussen dividenden, winsten en investeringen. Cijfermateriaal over investeringen blijkt vooralsnog moeilijkheden op te leveren; de uiteenzettingen waren zeer interessant. Ook Harry Schimmler hield zich met een soortgelijk onderwerp bezig. Hij kwam, op grond van onderzoekingen betreffende voorraadvorming in West Duitsland, tot kritiek op het overgesimplificeerde Keynesiaanse model. *(doorlezen op pag. 133)*

De nauwkeurigheid van metaalbewerkingsprocessen

Enkelfabrikage en produktie van kleine series

door
S. WIEGERSMA,
Meetdienst,
N.V. Philips'
Gloeilampenfabrieken

In zijn artikel „Meettechniek, Kwaliteit en Kostprijs"* hield Prof. Ir. R. van Hasselt een warm pleidooi voor verbetering van meetechniek en voor nauwkeuriger instelmogelijkheden bij machinale bewerkingen. In het kader van zijn artikel was het helaas niet mogelijk dieper op deze problemen in te gaan.
Het verheugt de redactie daarom bijzonder de heer S. Wiegersma bereid te hebben gevonden om het onderwerp van nauwkeuriger meten nader te bespreken. Het zal de lezers in verband met de technische zijde van dit onderwerp interesseren dat de heer Wiegersma hoofd is van de Meetdienst van de Philips' Fabrieken te Eindhoven.
* Zie Sigma 1955 no. 6, pag. 141

Inleiding

De analyse van de gegevens, die beschikbaar zijn uit een nog niet afgesloten onderzoek naar de nauwkeurigheid van metaalbewerkingsprocessen bij enkelfabrikage en bij de produktie van kleine series toont aan, dat de man aan de machine een belangrijke en meestal een nadelige invloed uitoefent op de nauwkeurigheid van het proces.
Deze kennis heeft geleid tot een onderzoek naar de oorzaken van deze nadelige invloed van de man aan de machine op de nauwkeurigheid en naar de maatregelen die men zou kunnen treffen om de ongunstige gevolgen van die invloed te verkleinen.

Men kwam tot de conclusie dat de middelen waarover een vakman beschikt om een bepaalde afmeting van een werkstuk binnen het tolerantieveld te brengen onvoldoende zijn.
Van een werkstuk met een middellijn van achttien millimeter in de zevende kwaliteit van het I.S.O. passingstelsel is de tolerantie achttien micron. Een draaibank heeft een nonius met een verdeling in vijftig of twintig micron. Het is zonder meer duidelijk dat een instelnauwkeurigheid van twintig tot vijftig micron ten enen male onvoldoende is om de genoemde middelllijn binnen het tolerantieveld van achttien micron te brengen. Het kan niet anders of de kans op uitval is dan groot.
Alleen vaklieden met jarenlange ervaring zijn in staat om hun machines zo te bedienen dat een toelaatbaar percentage uitval en toch redelijke bewerkingstijden worden bereikt.
De handelingen die de man aan de machine moet verrichten om een afmeting binnen het voorgeschreven tolerantieveld te brengen bestaan uit:

a) Het bepalen van de werkelijke maat ten opzichte van de tolerantiegrenzen, opdat hij kan nagaan welke snedediepte nog moet worden aangezet. (Fig. 1)

b) Het verstellen van de gereedschapslede over een afstand overeenkomende met de vastgestelde snedediepte.

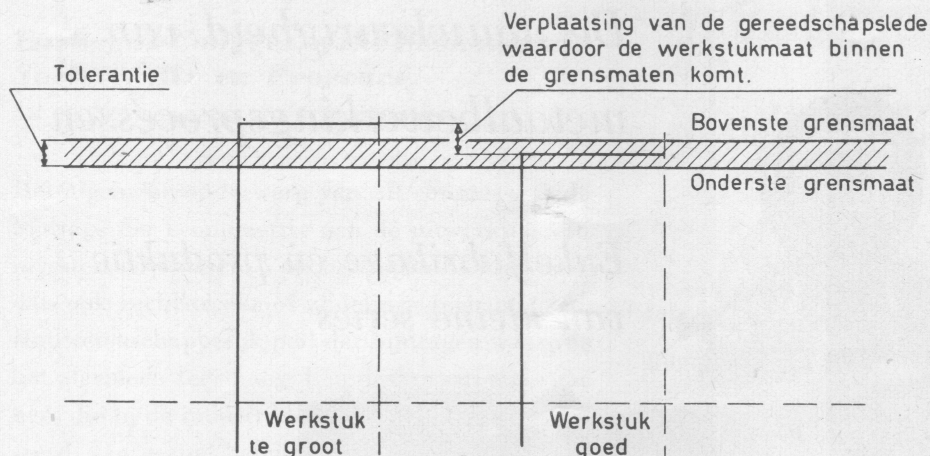


Fig. 1. De werkelijke maat van het werkstuk moet in het tolerantieveld liggen.

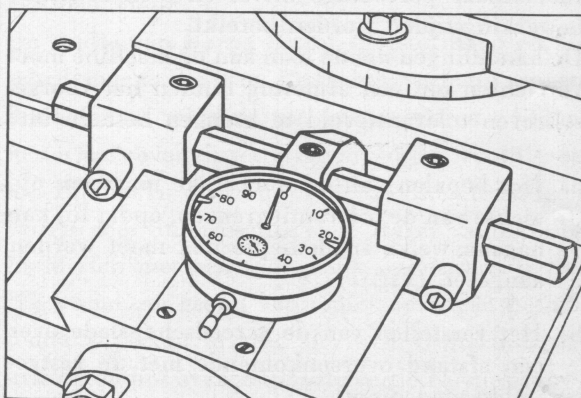
Voor het bepalen van de ligging van de werkelijke maat ten opzichte van de tolerantiegrenzen zijn kalibers ongeschikt. Met een kaliber kan alleen vastgesteld worden of een werkstuk te klein, goed of te groot is, en niet *hoeveel* het werkstuk eventueel te klein of te groot is. Men gaat er dan ook hoe langer hoe meer toe over de kalibers te vervangen door meetinstrumenten.

Het bepalen van de ligging van de werkelijke maat ten opzichte van de tolerantiegrenzen en het in overeenstemming hiermede verplaatsen van de gereedschapslede kan men samenvatten in de aanduiding „machinebeheersing".

Een doelmatige machinebeheersing is alleen mogelijk als de onnauwkeurigheid van het meetgereedschap zowel als de onnauwkeurigheid van het instellen van de gereedschapslede ten hoogste één derde van de toegestane tolerantie bedragen. Zelfs voor toleranties kleiner dan tweehonderdste millimeter zijn er tegenwoordig vele meetgereedschappen verkrijgbaar die ruim voldoen aan deze één-derde regel.

Ofschoon de nauwkeurigheid van de meeste onderdelen van de gereedschapmachines in principe voldoende is voor hun doel, is de instelnauwkeurigheid veelal hierbij ten achter gebleven, en vooral als de machines reeds enige tijd in gebruik zijn geweest.

Fig. 2. Verstelbare meetbrug.



Indien men de instelonnauwkeurigheid van een gereedschapwerktuig kan aanpassen aan het nauwkeurigheidsniveau van de overige delen van de machine, kan men het percentage uitval verminderen, de kwaliteit van het produkt verbeteren, de bediening van de machine vereenvoudigen en zodoende de produktiviteit verhogen of minder geschoolde krachten het werk laten doen. Een vermindering van de instelonnauwkeurigheid is vanzelfsprekend van groot belang in die gevallen waar het instellen dikwijls plaats vindt, zoals bijvoorbeeld bij draaibanken, revolverbanken, horizontale kotterbanken en slijpmachines, die worden gebruikt bij de enkelfabrikage of bij de produktie van kleine series.

Men zal zich wellicht afvragen hoe men kan vaststellen of een vermindering van de instelonnauwkeurigheid doelmatig is. Een geringe kennis van enkele eenvoudige statistische methoden is voldoende om uit metingen van de middellijnen van een vijftigtal werkstukken te bepalen welke toleranties men kan aanhouden op de machine waarop de werkstukken zijn vervaardigd. Als de gevonden waarde groter is dan de voorgeschreven tolerantie kan men, met behulp van de nog te beschrijven middelen, de instelonnauwkeurigheid verminderen. Door vergelijking van de uitkomsten, verkregen uit metingen aan een volgende serie van vijftig werkstukken, met de uitkomsten van de eerste serie kan men vaststellen of een vermindering van de instelonnauwkeurigheid doelmatig is.

Verbetering van de instelonnauwkeurigheid van gereedschapsleden

De instelonnauwkeurigheid van gereedschapsleden kan men verbeteren door toepassing van:

a. Meetklokken in verstelbare meetbruggen.

b. Luchtmeetapparatuur in combinatie met pneumatische aanslagen.

c. Nauwkeurige maatlatten met optische afleesinstrumenten.

De meetklok

In principe berusten al deze methoden op het sterk vergroten van verplaatsingen van de gereedschapslede. Een eenvoudige en goedkope methode voor het verkleinen van de instelonnauwkeurigheid is het gebruik van een meetklok in een verstelbare meetbrug (Fig. 2). Een meetklok met verdeling in honderdste millimeters is niet voldoende voor nauwkeurig werk (toleranties < 0.05 mm).
Meetklokken met verdelingen in duizendste millimeters zijn geschikt voor de enkelfabrikage (draaibanken) maar te kwetsbaar voor de seriefabrikage. Bovendien zijn de afstanden tussen de deelstrepen te klein om snel aflezen mogelijk te maken.

De luchtmeetapparatuur

Met luchtmeetapparaten kunnen vergrotingen van 500-5000 maal worden verkregen, die resulteren in duidelijk afleesbare verdelingen. De robuste en eenvoudige bouwwijze gecombineerd met gevoeligheid, nauwkeurigheid en betrouwbaarheid, maken deze apparaten zeer geschikt voor gebruik in de werkplaats.
De luchtmeetapparaten kunnen we onderbrengen in twee hoofdgroepen nl.:

a. Statische drukmeters

b. Dynamische- of snelheidsdrukmeters.

De instrumenten die berusten op het meten van statische drukveranderingen zijn zeer eenvoudig in de bediening en als zij gebruikt worden voor het meten van gaten wordt slechts één instelring vereist.
Om deze redenen wordt het statisch systeem bij voorkeur toegepast bij de fabrikage van kleine series of bij enkelfabrikage.
De apparaten die berusten op het meten van dynamische-drukveranderingen zijn minder eenvoudig in de bediening en behoeven, als zij gebruikt worden voor het meten van gaten, twee instelringen.

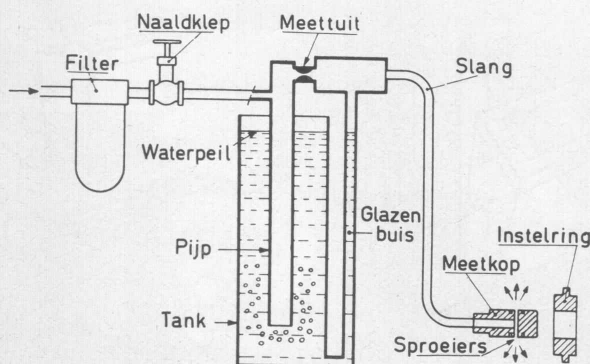


Fig. 3. Schema van de werking van een Solex-apparaat.

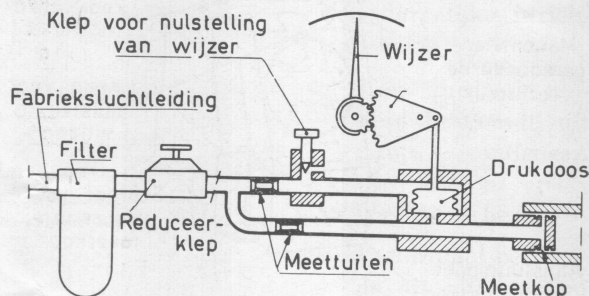


Fig. 5. Schema van een hogedruk-luchtmeetapparaat, werkende volgens het differentiaalprincipe.

Het eenvoudigste statische-druksysteem is dat van Solex. (Fig. 3) De voordelen van dit systeem zijn gelegen in de afwezigheid van bewegende delen en daardoor van slijtage en ook in het lage luchtverbruik. De nadelen zijn gelegen in de grote afmetingen (Fig. 4) en het grote gewicht waardoor verplaatsen van het apparaat van de ene machine naar de andere niet aantrekkelijk is, terwijl de onstabiele lange vorm het bevestigen van het apparaat aan het machineframe noodzakelijk maakt. Een luchtfilter en een reduceerklep moeten in de luchtleiding naar het apparaat worden ingebouwd.
Bij de werkvoorbereiding van kleine series is het lastig om er rekening mede te houden dat slechts bepaalde machines met behulp van een luchtmeetapparatuur geschikt zijn voor nauwkeurig werk. Het is daarom belangrijk dat de luchtmeetapparatuur snel en op eenvoudige wijze van de ene naar de andere machine verplaatst kan worden.

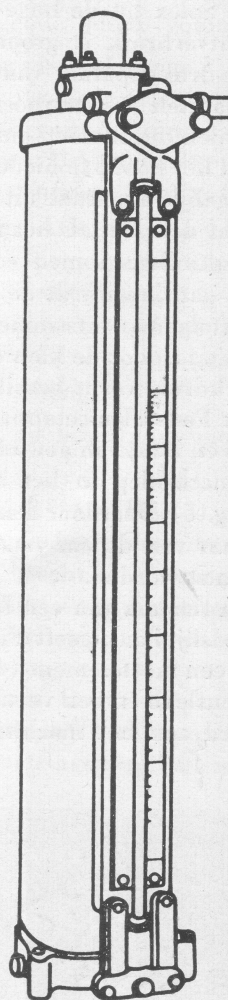


Fig. 4. De kolom van een Solexapparaat.

Ervaringen opgedaan met solexapparaten, die in verband met het bovenstaande gemonteerd werden op een verrolbaar onderstel, zijn ongunstig. De kolom kan namelijk niet in een positie

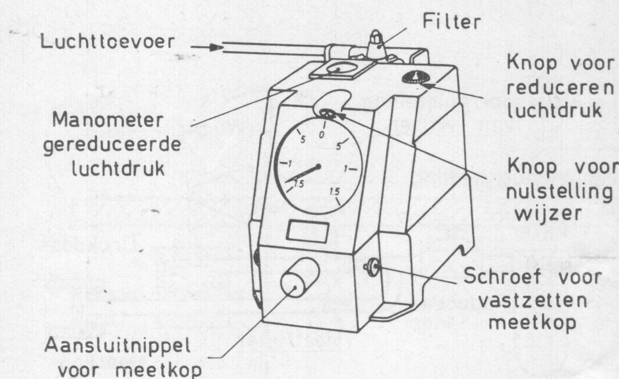


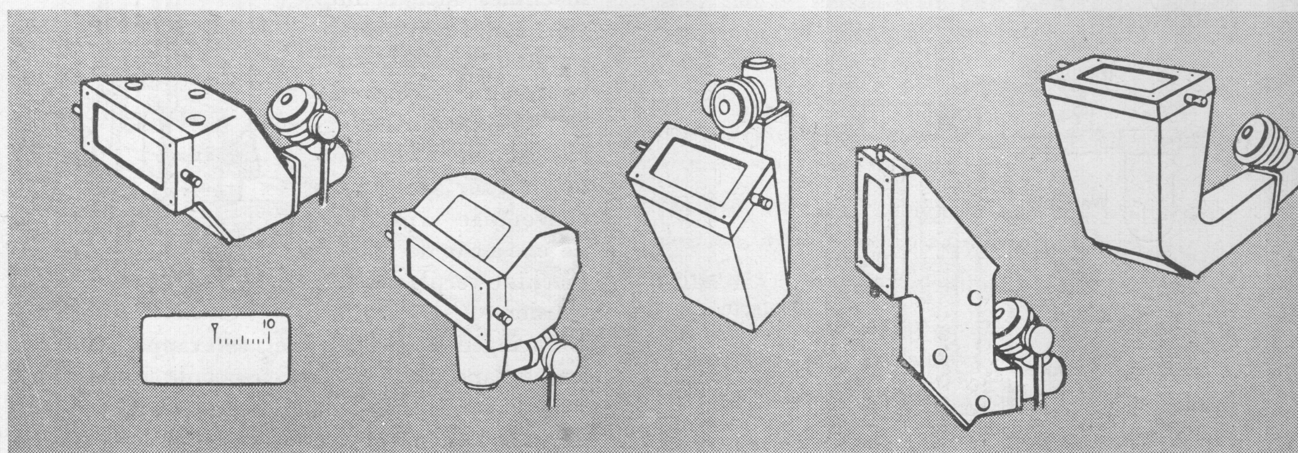
Fig. 6. Een hoge-druk luchtmeetapparaat (Federal)

opgesteld worden, dicht genoeg bij de man die de machine bedient, om gemakkelijk aflezen mogelijk te maken.
Een ander statisch-druksysteem is dat van Federal. (Fig. 5) Het behoort in tegenstelling tot dat van Solex tot de hoge-druk meetapparaten. Het luchtverbruik is groot in vergelijking met het lage-drukapparaat van Solex. Er zijn sinds kort apparaten geconstrueerd, die in het meetcircuit worden opgenomen om aan dit geld kostende nadeel het hoofd te bieden. In principe bestaat een dergelijk apparaat uit een klep die zeer weinig lucht doorlaat als het meetelement niet gebruikt wordt. Brengt men echter het meetelement in een gat dan wordt de weerstand die de aan het meetelement uitstromende lucht ondervindt groter, waardoor de klep open wordt geslagen en de werkdruk wordt bereikt.
Het Federal meetapparaat is klein van afmetingen en licht van gewicht, terwijl een filter en een reduceerklep in het apparaat zijn opgenomen. (Fig. 6) Daardoor kan dit apparaat zonder bezwaar van de ene naar de andere machine verplaatst worden.
Een schema van een luchtmeetinstallatie op een rondslijpbank geeft Fig. 7. De installatie bestaat uit een meetelement (4) gemonteerd aan de slijpsteenslede en een verstelbare aanslag (3) gemonteerd aan het machineframe. Het meetelement (4) is met het luchtmeetapparaat verbonden door een slang (6) waardoor lucht onder een constante druk naar de klep (5) wordt gebracht. Deze klep wordt door een veer opengehouden, waardoor de lucht vrij kan ontsnappen. Als de slijpsteen (1) in de richting van het werkstuk (2) wordt bewogen, komt het einde van de klepstang in contact met de aanslag (3) en wordt de klep gesloten over een afstand die gelijk is aan de verplaatsing van de slijpsteenslede. Het sluiten van de klep (5) vergroot de weerstand die de ontsnappende lucht ondervindt, waardoor de druk in de leiding (6) toeneemt en de waterkolom in buis (7) een equivalente hoogte (h) naar beneden wordt gedrukt. Op een schaalverdeling achter buis (7) kan de daling van het waterniveau en daarmede de sledeverplaatsing worden afgelezen.
In machinefabrieken worden de beschreven luchtmeetinstallaties gebruikt op de dwarssleden van revolverbanken.
Door deze vereenvoudiging in de bediening van de revolverbank kan het uitvalpercentage aanzienlijk worden verminderd, de maatnauwkeurigheid worden opgevoerd en het bedienen van de machine aan minder geschoolde krachten worden toevertrouwd.
Ook kunnen produkten die vroeger op draaibanken werden gemaakt nu op deze revolverbanken worden gemaakt, in minder tijd en tegen geringere kosten.

De optische apparatuur

Een nadeel van het gebruik van meetklokken in meetbruggen en van luchtmeetinstallaties is dat ze alleen geschikt zijn voor werkstukken waarvan slechts één middellijn met een kleine tolerantie vervaardigd behoeft te worden. Heeft een werkstuk meer dan één middellijn met nauwkeurige toleranties dan is de meest elegante oplossing het gebruik van nauwkeurige linialen met optische aflezing.

Fig. 11. Projectie-eenheden in verschillende



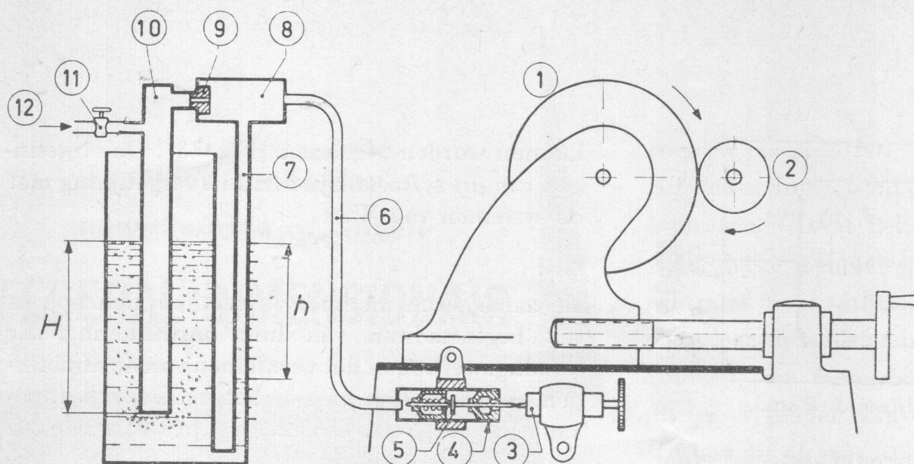


Fig. 7. Toepassing van een Solexapparaat op een rondslijpbank. (1) slijpsteen, (2) werkstuk, (3) verstelbare aanslag, (4) meetelement, (5) luchtklep, (6) luchtslang, (7) manometerbuis, (8) ruimte waarin de meetdruk heerst, (9) meettuit, (10) ruimte waarin de aanvoerluchtdruk heerst, (11) reduceerklep, (12) fabrieksluchtleiding.

Een dergelijke inrichting bevat:

a. Een projectie-eenheid bestaande uit lamp, condensor, projectielens en projectiescherm.

b. Een liniaal bestaande uit een metalen of glazen schaalverdeling, veelal gevat in een huis en afgedekt met een glazen venster.

Een dergelijke inrichting moet aan de volgende eisen voldoen:

a. Nauwkeurige, nagenoeg vrij van vervorming zijnde, met glas afgedekte linialen.

b. Aflezing op een projectiescherm.

c. Nul-instelling aan de liniaal of aan de projectie-eenheid.

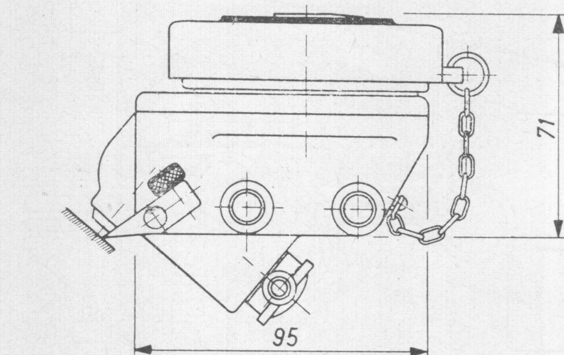
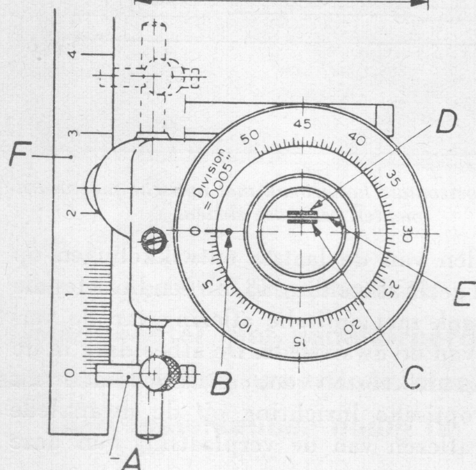


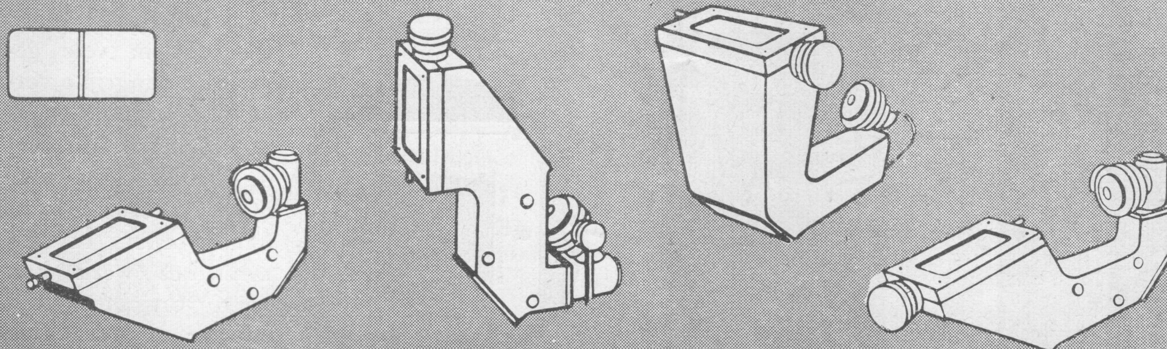
Fig. 8. Optische micrometer van de Optique et Precision de Lavallois.



uitvoeringsvormen (Hilger & Watts).

d. Universaliteit ten aanzien van de bevestigingsmogelijkheden aan de machine.

Een eenvoudig systeem is dat van O.P.L. (Fig. 8). De projectie-eenheid wordt aan het machineframe bevestigd, terwijl de liniaal wordt aangebracht op de gereedschapslede. Dit instrument is geschikt voor het aflezen van verplaatsingen van de gereedschapslede met een onnauwkeurigheid van 0,01 mm.
Voor middelgrote en grote machines levert Hilger en Watts twee verschillende afleessystemen (Fig. 9 en 10), nl. het „nonius-systeem" voor verplaatsingen op 0,01 mm



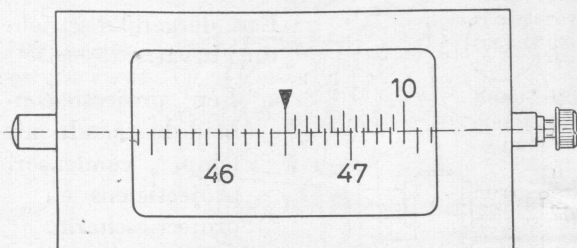


Fig. 9. Noniusaflezing (Hilger & Watts).

nauwkeurig en het „micrometer-systeem" voor verplaatsingen op 0,002 mm nauwkeurig.

De projectie-eenheid wordt in verschillende uitvoeringsvormen geleverd zodat in praktisch alle gevallen een model beschikbaar is dat zich leent voor montage aan een bestaande machine (Fig. 11).

In Fig. 12 is het nonius-systeem, toegepast op een Kearns-S horizontale kotterbank, weergegeven.

Een van de nieuwste en tevens beste uitvoeringen wordt geleverd door Heidenhain. Kenmerkend voor dit systeem is een transversale oculair-micrometer met behulp waarvan hele tiende, honderste en duizendste millimeters op het projectiescherm kunnen worden afgelezen (Fig. 13). De afmetingen van dit systeem zijn klein in vergelijking met de systemen van Watts.

Fig. 10. Micrometer-aflezing (stand 21. 480) (Hilger & Watts).

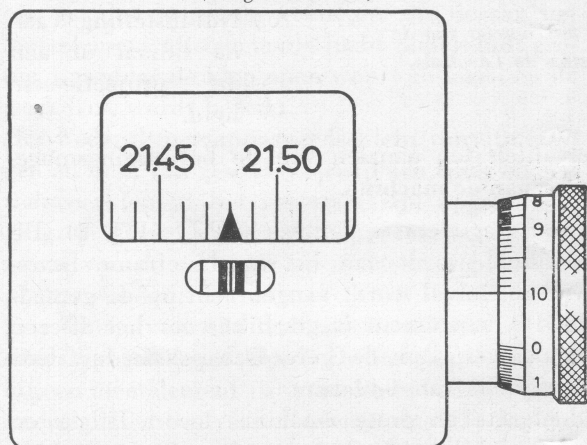
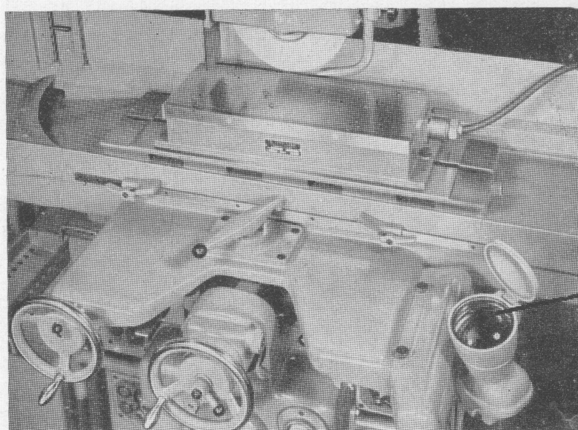
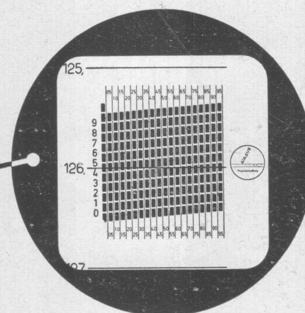


Fig. 13. Optische afleesinrichting voor de dwarsslede-verplaatsing van een horizontale vlakslijpmachine.





Slot

De aangegeven methoden bevinden zich nog in het beginstadium van hun ontwikkeling. Er wordt gewerkt aan het verkleinen van de afmetingen van de optiek en aan het maken van apparaten waarop elk willekeurig programma van maten kan worden ingesteld.

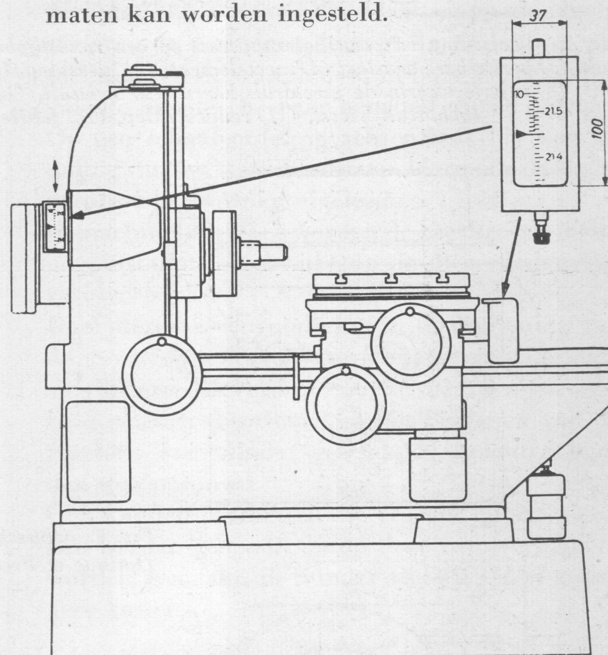


Fig. 12. Horizontale kotterbank met optische meetinstrumenten aan twee sleden.

Voorbeelden van de laatste ontwikkelingen op dit gebied geeft afbeelding 13, nl. een horizontale vlakslijpbank met optische aflezing van de verplaatsing van de dwarsslede. De afbeelding in de kop van dit artikel stelt voor een centerdraaibank met een optische inrichting op de dwarsslede voor het aflezen van de verplaatsing van deze slede.

De ervaring van een bekende machinefabriek, opgedaan bij het toepassen van de beschreven middelen voor het verminderen van de instelonnauwkeurigheid, toont aan dat in vele gevallen belangrijke verbeteringen in de maatnauwkeurigheid van de vervaardigde produkten bereikt kunnen worden of dat men het werk kan laten verrichten door minder geschoolde krachten.

(Vervolg van pag. 126)

Bijzonder interessant waren een drietal Franse bijdragen. Gibrat behandelde het probleem, op welke wijze men een gegeven net van electrische centrales moet uitbreiden, wanneer men aan bepaalde eisen van spitsbelasting en vermogen moet voldoen, en men de kostenstructuur van de diverse systemen van electrische centrales kent. Hij lost dit op met lineair programming, waarbij hij er in slaagt een deel van de oplossing grafisch voor te stellen. Vooral voor hen, voor wie de polyhedrische convexe kegels niet al hun geheimen hebben prijsgegeven, is een dergelijke benadering bijzonder leerzaam, ook al is zij theoretisch minder bevredigend dan de algebraïsche. Men ziet tenminste wat men doet, en dat heeft altijd voordelen.

Nahon hield een voordracht over de invloed van het temperatuurverloop op het gasverbruik en over de wijze, waarop de daardoor veroorzaakte spitsbelastingen worden opgevangen, waarbij het risico van onvoldoende voorraad moet worden afgewogen tegen de hoge kosten van te grote reservecapaciteit.

De laatste voordracht van de conferentie was die van Verhulst (geen Nederlander), die het probleem behandelde van het spelen tegen de tijd, een probleem, dat allen die wel eens iets met planning te maken hebben, zal interesseren. Het probleem is dat een grote schade ontstaat, wanneer men met een missie een bepaalde deadline niet haalt. Terwijl men bezig is de missie uit te voeren treden storingen op, welke vertragingen veroorzaken. In vele gevallen kent men de waarschijnlijkheid van die storingen niet exact, maar men kan dan een schatting maken. Aan de hand van de waarschijnlijkheid der opvolgende storingen kan worden berekend of het lonend is de missie te beginnen, resp. op welk moment men haar beter kan opgeven. Het klinkt allemaal erg eenvoudig, en ook de mathematische behandeling is niet bijzonder ingewikkeld, maar een dergelijke analyse van het planningprobleem komt men in de praktijk nog vrijwel nergens tegen, behalve misschien in het militaire leven.

B. van der Meer

De ontwikkeling van de kwaliteitszorg

Beschouwingen naar aanleiding van een Amerikaanse reis door J. H. ENTERS Medewerker van het Raadgevend Bureau Ir. B. W. Berenschot N.V.

IV Welke kwaliteitseigenschappen moeten we controleren; kan het ook zonder kaarten?*)

Indeling van kwaliteitskenmerken

In een — niet grote — katoenspinnerij werken 30.000 spillen die elk als een afzonderlijke produktie-eenheid kunnen worden beschouwd. Het garen dat door elk van deze spillen wordt geproduceerd kan ten aanzien van verschillende eigenschappen afwijken van de specificaties: nummer, gelijkmatigheid, twist, garenverdikkingen, periodiciteit, verontreiniging, copsopbouw, copsgewicht.

In een — niet grote — metaaldraaierij worden per week 100.000 produkten afgeleverd, die gemiddeld, elk door 20 maten en andere eisen worden gespecificeerd, zodat een 2.000.000 gegevens wekelijks voor controle in aanmerking komen.

Het is duidelijk dat 100 % controle — zoal niet uitgesloten door de destructieve aard van de controlehandeling — vrijwel steeds een fysieke onmogelijkheid is en dat zelfs steekproefsgewijze onderzoek, indien alle eigenschappen hierin worden betrokken, slechts met lage frequentie zou kunnen worden uitgevoerd.

Nu is volledige inspectie van alle maten ook niet nodig. We nemen de genoemde metaaldraaierij als voorbeeld.

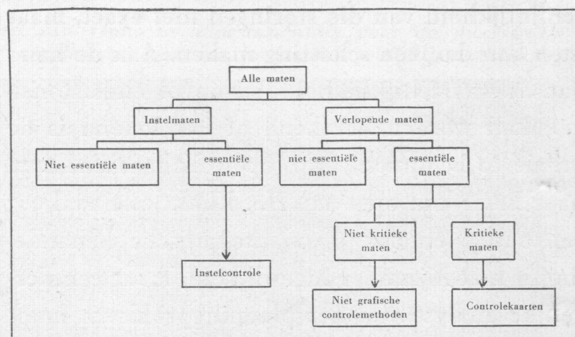


Fig. 1. Indeling van kwaliteitskenmerken (b.v. maten) vanuit het standpunt van de kwaliteitsbeheersing

*) Dit is het vierde artikel in een reeks van vijf. De eerste drie verschenen in de nummers 3, 4 en 5 van deze jaargang van Sigma.

De gevolgde redenering bij het aanvatten van dit probleem wordt schematisch voorgesteld in figuur 1. Wanneer in dit schema en in de volgende redenering gesproken wordt over „maten", dan worden hiermee ook andere kwaliteitskenmerken bedoeld. Hoewel hier een metaaldraaierij is gekozen als voorbeeld om de gedachten te bepalen, kan de gedachtengang ook in andere takken van industrie gevolgd worden.

Alle maten die de gefabriceerde produkten beschrijven kunnen we indelen in twee groepen:

1. de maten die bepaald worden door de afstelling van de machine, de gebruikte gereedschappen of materialen: de „*instelmaten*". Karakteristiek voor deze groep is, dat ze wanneer ze eenmaal juist zijn gekozen ook zo blijven. Niet zelden is dit meer dan de helft van alle maten.
2. maten, die tijdens het produktieproces kunnen verlopen: de „*verlopende maten*". Gedurende de produktie kunnen deze maten, afhankelijk van de slijtage van het gereedschap, oplettendheid van de arbeider etc., veranderen.

De *instelmaten* behoeft men in principe slechts eenmaal te controleren, namelijk onmiddellijk wanneer de machine wordt ingesteld, of een nieuwe partij materiaal in bewerking wordt genomen.

De *verlopende maten* komen voor controle tijdens de fabricage in aanmerking.

Bij elk van deze twee groepen kan een verdere onderverdeling gemaakt worden in *essentiële* en *niet essentiële* maten.

Het niet aanhouden van essentiële maten geeft in een later stadium moeilijkheden, hetzij omdat van deze maat uitgegaan wordt bij volgende bewerkingen, hetzij dat functionele moeilijkheden ontstaan in het eindprodukt. Bij de niet essentiële maten bestaat dit gevaar niet of in veel mindere mate.

De essentiële maten komen in aanmerking voor systematische controle door de controleurs tijdens de fabrikage. De niet essentiële maten worden in deze controle niet betrokken. Hierbij dient te worden bedacht dat de grotere zorgvuldigheid van werken, die het gevolg is van verbetering van het kwaliteitsbeleid, zich niet zal beperken tot de essentiële maten maar dat de overige kwaliteitskenmerken hierin zullen delen.

De essentiële maten, die dus voor systematische kwaliteitscontrole in aanmerking komen, kunnen in *kritieke* en *niet kritieke* maten worden onderscheiden.

Tengevolge van de onvermijdelijke onnauwkeurigheid van een produktieproces ontstaat een zekere spreiding in de uitkomsten. Door middel van een statistische processtudie — waarover later — kan men bepalen hoe groot het *spreidingsgebied* is, dat een bepaald proces onvermijdelijk zal opleveren. Wanneer dit spreidingsgebied groot is in vergelijking met het tolerantiegebied (fig. 2a), dan noemen we een maat kritiek. Bij een niet kritieke maat (fig. 2b) is het tolerantiegebied ruim in vergelijking met het spreidingsgebied: het aanhouden van de tolerantie zal geen moeilijkheden geven, ook al verloopt de maat gedurende de produktie dan zal dit toch niet gauw tot overschrijding van de tolerantiegrenzen leiden.

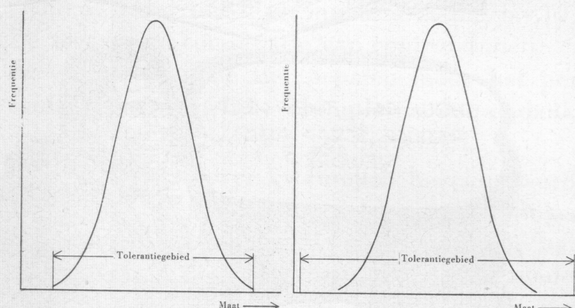


Fig. 2a. Frequentieverdeling der meetuitkomsten bij een kritieke maat.

Fig. 2b. Frequentieverdeling der meetuitkomsten bij een niet kritieke maat.

De kritieke maten komen bij uitstek voor controle met behulp van controlekaarten in aanmerking. Tegenover de hieraan bestede moeite staat de hierdoor verkregen lagere uitval.

De niet kritieke maten kan men — bijvoorbeeld met lagere frequentie — op dezelfde manier behandelen, doch het is ook mogelijk hierbij de nog te beschrijven twee-stappen-controle te gebruiken, die niet van grafische hulpmiddelen gebruik maakt.

Het aantal kritieke maten — en dus het aantal controlekaarten — hangt af van de aard van de eisen die aan de produkten gesteld worden en van de toestand van het machinepark, de vakbekwaamheid van het personeel etc. Wanneer veel bewerkingen voorkomen die op de grens van het technisch kunnen liggen (zoals bij de genoemde fabriek van *Western Electric*, waar men o.m. onderdelen voor geleide projectielen vervaardigt) zullen dit er veel zijn. Bij normale fabrikage is het slechts een laag percentage van alle kwaliteitskenmerken.

Wat is een controlesysteem?

Het is zinvol ons af te vragen wat een controlesysteem ter beheersing van de kwaliteit in wezen is. Het eenvoudigste — en vaak toegepaste — controlesysteem is het volgende:

> inspecteer een exemplaar; als het resultaat tussen de tolerantiegrenzen valt laten we het proces ongemoeid, als het er buiten valt corrigeren we het proces.

Dit systeem bevat reeds alle drie de elementen die essentiëel zijn voor een controlesysteem, nl. 1. inspectieresultaten, 2. een „controlefunctie" en 3. controlegrenzen.

De inspectieresultaten verschaffen de gegevens waarop de te nemen beslissing wordt gebaseerd. In het hierboven gegeven systeem wordt de beslissing gebaseerd op één waarnemingsresultaat. Andere systemen gebruiken meer dan één waarneming. Meer waarnemingen betekent meer informatie. Meer informatie betekent een betere basis voor een juiste beslissing.

Het woord „controlefunctie" hebben wij in zijn wiskundige betekenis gebruikt. Een functie is in de wiskunde een rekenvoorschrift waardoor de afhankelijkheid van zekere grootheden tot uitdrukking komt. In het bovengenoemde controlesysteem is de controlefunctie het inspectieresultaat zelf, maar het kan ook het gemiddelde of de spreidingsbreedte van een aantal waarnemingen zijn; of het aantal dat boven een bepaalde grens valt of een ander toepasselijk getal dat volgens een bepaalde regel uit de waarnemingsresultaten wordt afgeleid.

De controlegrenzen tenslotte zetten de controlefunctie in een controlebeslissing om. Of het proces al of niet gecorrigeerd zal worden hangt er van af of de controlefunctie al of niet buiten de controlegrenzen valt.

Als regel zullen de controlegrenzen niet met de tolerantiegrenzen samenvallen. Deze controlegrenzen behoren zo gekozen te worden dat een goed evenwicht tussen kosten en baten verkregen wordt.

De beoogde baten hangen samen met twee eigenschappen van het controlesysteem: de *gevoeligheid* en de gegeven *kwaliteitsgarantie.*

De *gevoeligheid* is een fundamentele maatstaf voor de doelmatigheid van een controlesysteem. Indien een proces voortdurend „beheerst" zou verlopen zou controle onnodig zijn. Maar zulke processen zijn uitzonderingen. De meeste processen in de praktijk reageren op plotselinge invloeden die op onverwachte momenten optreden en die het proces op niet te voorspellen wijze en in niet te voorspellen mate verstoren. Een controlesysteem beoogt de aanwezigheid van een dergelijke verstorende invloed te signaleren, maar doet dit als regel niet ogenblikkelijk. De gevoeligheid van een controlesysteem wordt bepaald door het gemiddelde tijdsinterval dat verloopt tussen het optreden van een storende invloed en het signaleren ervan. Deze gevoeligheid kan in geld worden uitgedrukt door de schade te bepalen die ontstaat doordat een verstoring niet onmiddellijk bij het optreden wordt gesignaleerd. Deze schade is in de meeste gevallen evenredig met het percentage afgeleverde produkten dat, tengevolge van de storing, niet aan de gestelde eisen voldoet.

Sommige controlesystemen maken het mogelijk te garanderen dat het percentage produkten dat niet aan de eis voldoet niet boven een zekere waarde stijgt. In dat geval kan een *kwaliteitsgarantie* worden gegeven. Steekproefvoorschriften voor partijkeuring hebben als regel deze eigenschap (1). Bij de meeste controlesystemen ten dienste van de kwaliteitsbeheersing der lopende fabrikage ontbreekt deze mogelijkheid. Bij het hieronder te bespreken twee-stappensysteem kan een kwaliteitsgarantie gegeven worden.

De kosten van een controlesysteem zijn de kosten van het beoordelen, registreren, analyseren en interpreteren van de onderzochte produktexemplaren of monsters. Deze kosten zijn afhankelijk van het aantal onderzochte exemplaren, de kosten van het gebruikte meetgereedschap en de gecompliceerdheid van het registreren, analyseren en interpreteren van de keuringsresultaten.

Wanneer men twee controlesystemen vergelijkt, dient men behalve op de *gevoeligheid* en de *kwaliteitsgarantie* nog te letten op een derde eigenschap, namelijk het aantal *valse meldingen.* Een controlesysteem zal namelijk af en toe tot ingrijpen aanleiding geven, terwijl dit achteraf ten onrechte bleek te zijn. Er werd dan dus „vals alarm" gegeven. Dit ten onrechte ingrijpen brengt ook kosten met zich mee en dient dus binnen bepaalde grenzen te blijven.



Hoe gevoelig moet een controlesysteem zijn?

Een van de eigenschappen van een controlesysteem waarmee men de te geven kwaliteitsgarantie kan beïnvloeden is de *frequentie* waarmee de controle wordt verricht. Het is zinvol deze controle-frequentie afhankelijk te stellen van de frequentie waarmee verstoringen optreden. Bijvoorbeeld zodanig dat men het aantal controles 25 maal zo hoog kiest als het aantal verstoringen, zodat gemiddeld een op de 25 controlebepalingen aanleiding tot het aanbrengen van een procescorrectie is. In zulk een situatie wordt een verhoging van het aantal storingen (hetgeen een overeenkomstige verhoging van het percentage uitval betekent) vrijwel geheel tegengewerkt door een verhoging van de controlefrequentie, waardoor de tijd die tot het ontdekken van de storing verloopt, in dezelfde verhouding wordt verminderd.

Wanneer op zulk een wijze het *aantal* te controleren exemplaren is vastgelegd, kan nog een variatie worden gebracht in de controlefunctie en in de wijze waarop men de te verrichten metingen in de tijd verdeelt. Men kan een controlefunctie opstellen waarbij de actie afhangt van het gemiddelde van de laatste n metingen of van dit gemiddelde én de laatste individuele meting etc. Men kan de metingen uniform over de tijd verdelen (bijvoorbeeld ieder kwartier een meting) of de metingen groepsgewijs verrichten (ieder uur 4 exemplaren meten b.v.).

De toegepaste combinatie van controlefunctie en de verdeling in de tijd bepalen mede het percentage ondeugdelijke exemplaren dat ondanks de controle zal worden geproduceerd.

In de literatuur over kwaliteitsbeheersing wordt steeds het groepsgewijs verrichten van metingen aanbevolen (steekproefjes van 5 stuks per half uur bijvoorbeeld). Dit systeem is in het bijzonder geschikt voor die gevallen waarbij *kleine verschuivingen* van het procesgemiddelde belangrijk zijn en moeten worden opgespoord. Het is onder meer om die reden dat controlekaarten in figuur 1 voor de kritieke maten werden aanbevolen. In gevallen echter waar kleine procesverschuivingen onbelangrijk zijn (en dat is een vrij hoog percentage van de gevallen), doch waarbij het vooral gaat grote verstoringen op te sporen, geven de $\bar{X}$ en R kaarten onbevredigende resultaten. In zulke situaties is de meest efficiënte werkwijze het periodiek meten van een enkel exemplaar met een aanvullende meting in die gevallen dat de uitkomst van de enkele meting het vermoeden doet rijzen dat het procesgemiddelde zou kunnen zijn verschoven. Door deze werkwijze worden de aanvullende metingen vaker gedaan in gevallen dat inderdaad een verschuiving is opgetreden dan in andere gevallen en geven deze extra metingen belangrijk meer informatie dan een uniforme groepsgewijze verdeling van de metingen.

Het twee-stappen-controlesysteem

Onder de naam „pre-control" werd door een researchgroep van het Amerikaanse adviesbureau Rath & Strong in Boston een methode van kwaliteitsbeheersing ontwikkeld, die zonder controlekaarten werkt en die in het bijzonder voor de niet kritieke maten gebruikt kan/worden. Het systeem werd ontwikkeld voor kwaliteitsbeheersing in de metaalindustrie, doch het zal in verschillende gevallen ook buiten deze industrietak kunnen worden gebruikt.

De methode werkt zoals weergegeven wordt in het schema in figuur 3.

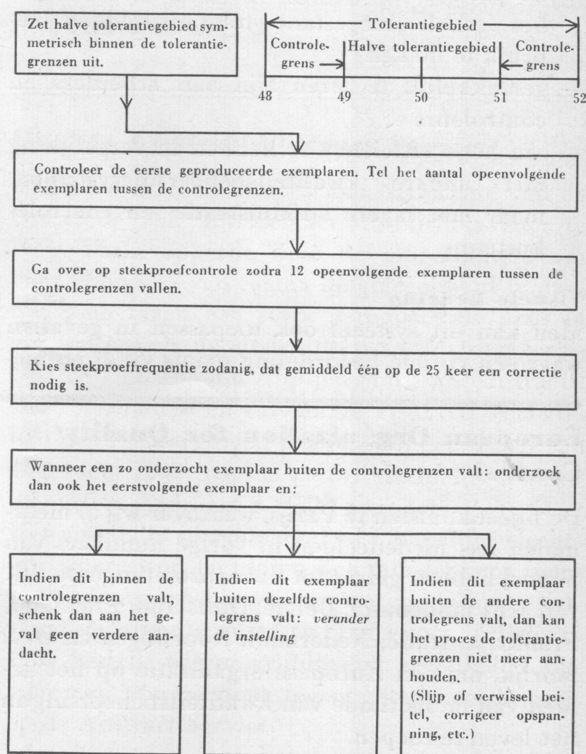


Fig. 3. Het twee-stappen controlesysteem

Deze twee-stappen-methode beoogt het volgende:

— bescherming te geven tegen ongewenste verschuivingen van het procesgemiddelde
— bescherming te geven tegen ongewenste toeneming van de processpreiding
— te garanderen dat, voor grote fabrikageseries, het percentage produkten buiten de tolerantiegrenzen niet boven een aangegeven waarde stijgt

— bij kleine fabrikageseries dienst te doen als een instelmethode voor de machine
— de frequentie van de controle aan te passen aan de prestaties van het proces, zodat niet meer metingen worden gedaan dan noodzakelijk is
— administratie van de resultaten overbodig te maken, hoewel een registratie ervan wel mogelijk is en desgewenst kan worden uitgevoerd
— zowel het gebruik van afleesbaar meetgereedschap als van alternatieve beoordeling (kalibers bv.) mogelijk te maken
— slechts van de tolerantiegrenzen gebruik te maken en zodoende het berekenen van controlegrenzen uit verzamelde metingen te vermijden
— tolerantiegrenzen, die te nauw liggen ten opzichte van de onvermijdelijke processpreiding, op te sporen en een schatting van deze processpreiding mogelijk te maken
— de produktieafdeling in staat te stellen van het gehele toegestane tolerantiegebied gebruik te maken
— gemakkelijk te leren zijn aan arbeiders en controleurs
— een hoge efficiency te hebben in vergelijking met andere kwaliteitsbeheersingsystemen, maar met lagere administratie- en controlekosten.

Visuele keuring

Men kan dit systeem ook toepassen in gevallen waar een visuele beoordeling plaats vindt en meting dus niet mogelijk is (bv. de beoordeling van verchroomde artikelen of finish-fouten). Men gaat dan als volgt te werk:

1. Neem zeven (of een hoger oneven aantal) steekproeven van elk negen opeenvolgende exemplaren van het proces.
2. Kies uit iedere steekproef het beste en het slechtste exemplaar met betrekking tot de finish-fouten.
3. Rangschik de 7 (of meer) paren zodanig dat het kwaliteitsverschil binnen paar 1 het kleinst en binnen paar 7 het grootst is.
4. Neem het middelste van deze reeks paren. Men mag nu aannemen, dat het verschil binnen dit paar ongeveer gelijk is aan de helft van de spreiding die dit proces met betrekking tot deze eigenschap zal opleveren.
5. Gebruik het slechtste exemplaar van deze twee als keuringsstandaard bij het twee-stappensysteem. Twee opeenvolgende exemplaren die slechter zijn dan deze standaard betekenen dus dat moet worden ingegrepen.

De kwaliteitsgarantie

Bij toepassing van de twee-stappen controlemethode zal het percentage ondeugdelijke produkten dat wordt gemaakt als regel beneden 1% blijven. Dit percentage zal maximaal kunnen stijgen tot 3%. (wordt vervolgd)

Literatuur:

(1) Schaafsma en Willemze — Modern Kwaliteitsbeleid — Amsterdam 1954 — hoofdstuk 11 en 12.
(2) Jones & Lamson Machine Cy. — Springfield, Vermont — U.S.A. — Quality Pre-control.

European Organization for Quality Control

De bijeenkomsten te Parijs, waarover wij al meermalen iets mededeelden in vorige nummers van Sigma, hebben geleid tot het eenstemmige besluit van acht landen, n.l. België, Duitsland, Engeland, Frankrijk, Italië, Nederland, Noorwegen en Oostenrijk, om een Europese organisatie op het gebied van de methode van kwaliteitsbeheersing in het leven te roepen.

De taak, die deze Organisatie zich heeft gesteld, is kort gezegd: het met alle ten dienste staande middelen bevorderen van de toepassing van het moderne kwaliteitsbeleid.

Van de middelen om dit doel te bereiken kunnen nu al genoemd worden:

— het uitgeven van een informatief bulletin, waarin natuurlijk het nieuws van de organisatie wordt vermeld, het va et vient van de deskundigen wordt gesignaleerd, een inventaris van hulpmiddelen voor instructie wordt gemaakt, het beste artikel uit één van de nationale periodieken, in het Frans of Engels vertaald, wordt opgenomen, e.d.
— het organiseren van internationale bijeenkomsten en seminars: zo is er al een conferentie op 1 en 2 juli a.s. te Parijs op het programma gezet, met als onderwerp: Quality Control as a management tool. In aansluiting daaraan, dus op 3 en 4 juli, zal ook een seminar over „inplant training" worden gehouden. Deze studiebijeenkomst is bedoeld om de ervaringen van het team, dat voor drie maanden naar de Verenigde Staten is geweest in het afgelopen voorjaar, uit te dragen en te bespreken.

Natuurlijk staan er nog meerdere activiteiten op het programma. De Organisatie dient echter zich zelf eerst definitief te constitueren, alvorens uitvoering te geven aan verdere plannen. Als er zich nieuwe ontwikkelingen op dit gebied voordoen zullen deze in Sigma worden aangekondigd. Het secretariaat van deze Europese Organisatie wordt verzorgd door de Kwaliteitsdienst.

Van vragen wordt men wijzer

Vraag

Bij het persen van kunststoffen gebruiken wij veelvoudige matrijzen, zodat met één persing een aantal gelijke artikelen ontstaat. Daarbij is het van groot belang om een bepaalde afmeting van deze artikelen zo goed mogelijk onder statistische controle te houden. Wij zouden dan echter voor iedere matrijsafdeling een $\bar{X}$- en R-kaart (gebaseerd op bijv. 4 of 5 opeenvolgende exemplaren) moeten bijhouden, hetgeen zowel een papierlawine oplevert als een goed overzicht ten zeerste bemoeilijkt. Bestaat er een controle methode, die in het hier beschreven geval kan worden toegepast?

Antwoord

Inderdaad bestaat er een ingenieuze methode om dit vraagstuk op te lossen, nl. de zogenaamde groepscontrolekaarten voor $\bar{X}$- en R, voor het eerst toegepast door Sealy (A first guide to quality control for engineers, London, Ministry of Supply, pp. 24-28).

De grondgedachte is een aantal als het ware parallel lopende controlekaarten op elkaar te leggen, waardoor een gecomprimeerd beeld ontstaat. Een voorwaarde hierbij is natuurlijk dat het zin moet hebben om dezelfde normwaarde (centrale lijn) en regelgrenzen voor deze kaarten toe te passen. Indien men bijv. zes matrijsafdelingen heeft, genummerd van 1 t/m 6, zou men voor ieder van deze dus eigenlijk de gewone $\bar{X}$- en R-kaart moeten bijhouden met dezelfde grenzen, bijv. voor een steekproefgrootte van 4. Na elke serie van 4 persingen worden van de zes gemiddelden $\bar{X}$ en resp. van de zes spreidingsbreedten R op *eenzelfde* kaart slechts de *hoogste en laagste* waarden aangetekend, als de punten binnen de regelgrenzen liggen; indien dit laatste niet het geval is worden *alle* punten buiten controle aangetekend en tevens het eerste punt binnen de regelgrenzen. Voorts wordt bij ieder ingetekend punt, zowel op de $\bar{X}$- als op de R-kaart, het nummer gezet. Het aantal malen dat ieder punt hoogste of laagste is kan worden geturfd in een frequentietabel voor hoogste resp. laagste waarden. Indien het proces onder controle (beheerst) is zullen deze frequentietabellen ongeveer rechthoekig zijn! Afwijkingen worden zeer snel gesignaleerd. Vooral dit laatstgenoemde controlemiddel blijkt efficiënt te werken.

Dergelijke groepscontrolekaarten — uiteraard ook voor andere soorten controlekaarten — kunnen steeds worden toegepast op plaatsen waar een aantal gelijke processen (machines e.d.) parallel verlopen, zoals bijv. bij de nummercontrole op een aantal ringspinmachines in een spinnerij.

Er zij nog op gewezen dat het zeer waarschijnlijk niet juist zou zijn de bij één persing verkregen resultaten als basisgroep of steekproef voor $\bar{X}$- en R-kaarten te beschouwen; immers, de variatie tussen persingen zal veel groter zijn dan die tussen de resultaten van één persing. Men zou dan o.a. een geregeld buiten controle liggende $\bar{X}$-kaart verkrijgen, welke niets nieuws zou leren. Bovendien zouden de variaties tussen persingen worden gemaskeerd.

Meer bijzonderheden over groepscontrolekaarten zijn, behalve in het reeds genoemde boek, te vinden in het boek van E. L. Grant: Statistical Quality Control (2nd Ed. 1952) pp. 169-173, en in een artikel van D. F. Boyd (Applying the group chart for $\bar{X}$ en R) in Industrial Quality Control VII (1950) no 3, p. 22.

Drs. B. G. Wiggers

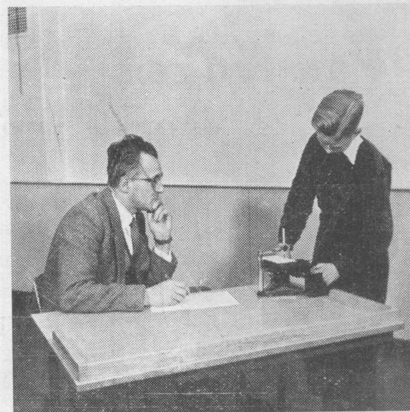
Quality Control Abstract Service

Tijdens een recent bezoek aan Nederland van de Directeur van Interscience Publishers Inc. te New York, opperde deze de mogelijkheid om voor abonnees van Sigma de gelegenheid te openen zich tegen een sterk gereduceerde prijs te abonneren op de door Interscience uitgegeven Quality Control and Applied Statistics Abstracts. Deze losbladige en uitvoerige abstracts verschijnen in 12 afleveringen per jaar tot een totaal van ongeveer 1200 pagina's. De normale abonnementsprijs bedraagt $ 60.00 per jaar.

Het vermelde speciale aanbod kan echter slechts uitgevoerd worden indien zich minstens een twintigtal abonnees hiervoor opgeven. Gaarne ontvangt de administratie van Sigma vóór 15 januari 1957 bericht wie er vrijblijvend gegadigden zijn voor een abonnement tegen gereduceerde prijs op de Abstract Service.

Wij luisterden naar:

Statistiek in de Bedrijfspsychologie



„Het is een vreemde belevenis om hier te zitten en geïnterviewd te worden; een belangrijk deel van mijn werk bestaat er immers juist in, dat *ik* mensen interview, die dan op *jouw* plaats zitten. Als medewerker van het Twents Instituut voor Bedrijfspsychologie test ik namelijk allerlei mensen op hun geschiktheid voor diverse taken in het bedrijfsleven . . . . ook wel eens statistici. Maar ga je gang, ik wil ook wel eens het slachtoffer zijn" zei de heer H. de Mare.

„Inderdaad, één van mijn speciale taken hier is het statistische werk, meer algemeen gezegd de research. Testen houdt o.a. in het uitspreken van een toekomstverwachting: zal iemand slagen in een bepaald beroep? Enig inzicht in het begrip waarschijnlijkheid is daarbij wel noodzakelijk. Voor ik verder ga moet ik er wel even op wijzen, dat bij ons de statistiek veel méér het karakter heeft van een hulpwetenschap dan bijvoorbeeld bij kwaliteitscontrole in de fabrikage. Mensen zijn niet zo gemakkelijk in cijfertjes uit te drukken, zonder nu juist het eigene, waar het bij ons om gaat, uit het oog te verliezen.

Maar nu een paar voorbeelden.

Om iemands prestatie te waarderen is het nodig een maatstaf te hebben, welke een voldoende constantie van „meetresultaten" waarborgt. We gebruiken hiervoor meestal de frequentieverdeling, die we vinden door enkele honderden mensen dezelfde proef te laten uitvoeren. Deze frequentieverdeling, die een beeld geeft van de „universum-verdeling" van alle mensen, gebruiken we dan als maatlat waartegen we ieders persoonlijke prestatie kunnen afzetten. Dit blijkt wat betrouwbaarder dan de ons allen bekende schoolcijfers gewoonlijk zijn. Hoe we het dan voor elkaar krijgen dat de frequentieverdeling een grote spreiding vertoont, terwijl de individuele score's bij eventuele herhaling van de proef nagenoeg constant moeten blijven, is een probleem van psychologische aard.

Een ander belangrijk punt is na te gaan of niet te veel proeven in één of ander testprogramma uitkomsten hebben, die onderling een te hoge correlatie vertonen. Voor een efficiënt onderzoek is het gewenst, dat de proeven zoveel mogelijk onafhankelijk zijn.

Weer een ander statistisch onderzoek houdt zich bezig met de vraag in welke bladen we voor allerlei functies moeten adverteren om met een minimum aan kosten een zo groot mogelijk aantal geschikte candidaten te bereiken.

De resultaten? We doen het gelukkig beter dan men op grond van een zuivere toevalskeuze zou mogen verwachten. Omdat dit de „klant" niet zoveel zegt zijn we gewend dit als volgt te formuleren: Ten aanzien van de vraag of iemand zal slagen in een bepaalde functie, durven wij te garanderen in 92% van de gevallen een juist advies te geven. Dit „juist" geldt niet alleen tegenover het bedrijf, maar ook tegenover de candidaten, al is het denkbaar dat wij meerderen als geschikt aanwijzen, terwijl er slechts één vacature is te vervullen.

Of ik nog een verdere ontwikkeling zie t.a.v. de toepassing van de statistiek in ons vak? Ja en nee . . . . er zijn landen en instituten waar men vrijwel geheel langs intuïtieve weg poogt zich een beeld te vormen van zijn medemens, maar er zijn er ook waar men de resultaten van alle testproeven van een sollicitant vrijwel zonder meer aan de Hollerith toevertrouwt. Ofschoon dit laatste erg objectief lijkt, dient men te beseffen dat de conclusie in een dergelijk geval toch nooit betrouwbaarder is dan de afzonderlijke tests, resp. het inzicht van degene, die op grond van „algemene wetten" de „formule" heeft opgesteld volgens welke de machine de gegevens verwerkt.

Een teveel aan statistiek leidt tot ongeoorloofde generalisaties, een te weinig tot allerlei subjectiviteiten en willekeur. Als verdere ontwikkeling zie ik dus eerder verfijning en een betere aanpassing van de statistische methoden aan ons werk, dan een algemeen intensiever gebruik".

M. L. W.



Dr. L. N. H. BUNT

Statistiek voor het voorbereidend hoger en middelbaar onderwijs.

Uitgave Wolters; Groningen, Djakarta, 1956; 198 blz. Prijs *f* 6,90

Dit is een boek voor de toekomst, of voor hen die door experimenteren de toekomst tegemoet willen reizen.

Men heeft in Statistisch Nieuws kunnen lezen dat de organisaties der wiskundeleraren aan h.b.s. en en gymnasia voorgesteld hebben om in de B- resp. β-afdelingen in het kader van het wiskunde-onderwijs 50 lesuren uit te trekken voor statistiek. Dit besluit is eerst na uitvoerige besprekingen tot stand gekomen; vele wiskundeleraren konden zich nl. wèl een voorstelling vormen van de waarschijnlijkheidsrekening (als boeiende toepassing van de leer der permutaties en combinaties) en ook van de beschrijvende statistiek, maar niet van de wiskundige statistiek; voor hun gevoel waren statistiek („gymnastiek" zei er één, „economie" meende een ander; in een krantenartikel kon men later zelfs lezen „econometrie", excusez du peu) en wiskunde twee afzonderlijke zaken.

Na het verschijnen van het boek van Dr. Bunt mag men zich als statisticus ontslagen achten van de taak om uitvoerige betogen over het verband tussen wiskunde en statistiek te houden; men kan verwijzen naar „Statistiek voor het V.H.M.O.". Iedere wiskundeleraar, die zich terzake wil oriënteren, vindt hier de methoden van de statistiek glashelder gedemonstreerd aan de hand van een beperkt aantal eenvoudige gevallen.

Ook zij, die metterdaad aan de onderwijsvernieuwing willen meewerken, kunnen thans al profijt trekken van dit boek.

Het is nl. uit een experiment geboren; sedert 1951 is in de α-afdelingen van enige gymnasia resp. gymnasiale afde-

lingen van lycea — in plaats van een onaantrekkelijk aftreksel van de β-wiskunde — o.m. de statistiek onderwezen. Kortom, het zal zijn weg wel vinden, nu en in de hopelijk niet verre toekomst de statistiek, als belangrijk onderdeel der toegepaste wiskunde, op de middelbare scholen en gymnasia haar plaats zal krijgen.
Het zou prettig zijn, als ik in Sigma dit fraai uitgevoerde boek zonder noemenswaardige reserve zou kunnen prijzen. Maar jammer genoeg zou ik dan tekortschieten bij de voorlichting van de lezers van dit blad.
Allereerst moet een aantal bezwaren tegen de door de schrijver gebezigde terminologie worden vermeld.
Er wordt gesproken over de „kansenverdeling"; gebruikelijk is tegenwoordig „kansverdeling" (zoals men weet streeft men er sinds enige tijd naar om het woord „waarschijnlijkheid" te vervangen door het veel kortere woord „kans"). Het woord normale *verdeling* ontbreekt, wel komt komt normale *kromme* voor.
Het woord standaarddeviatie (resp. -afwijking) ontbreekt geheel; in de plaats daarvan bezigt de heer Bunt de term „spreiding".

Dit laatste is aanbevelenswaardig; de schrijver is echter vermoedelijk bang dat het *algemene* begrip spreiding verward zal worden met standaarddeviatie; hij spreekt derhalve van „variabiliteit" waar ik spreiding zou zeggen en van „spreiding" als hij σ bedoelt. M.i. is hier echter geen gevaar voor verwarring te duchten; de situatie is geheel analoog met die bij het gemiddelde: het woord „gemiddelde" betekent óf centrale tendentie in het algemeen (dus eventueel modus, mediaan of meetkundig gemiddelde) of *rekenkundig* gemiddelde. Spreekt men over een normale verdeling „met gemiddelde m en spreiding σ" dan is zonder meer duidelijk wat de bedoeling is; zegt men dat een bepaalde waargenomen grootheid b.v. een laag gemiddelde en een grote spreiding bezit, dan *behoeft* dit niet te betekenen, dat $\overline{x}$ en de standaarddeviatie ook werkelijk uitgerekend zijn.
Ook het woord universum wordt (in tegenstelling met „populatie") in het geheel niet vermeld; dit is m.i. ongewenst.
Dr. Bunt gebruikt voor binomiaalcoëfficiënten de notatie C_n^k; bij onderzoek bleek mij dat Cramèr (Math. Methods), Kendall (Adv. Theory), Feller, Mood, Hoel, Reichenbach, Harkink en Salet de notatie $\binom{n}{k}$ bezigen, en Stridiron, Wilks en Yule & Kendall de C-notatie. Naar mijn mening verdient de haakjesaanduiding de voorkeur, typografisch, omdat men zich minder gauw zal vergissen (n! staat immers in de teller, k! in de noemer en omdat deze bij het hoger onderwijs steeds meer veld wint. (De HCNN beveelt deze notatie eveneens aan; zie normblad V 972).

Tal van Nederlandse wiskunde schoolboeken zijn onleesbaar tengevolge van hun beknoptheid; aan dit gevaar is de schrijver ten enenmale ontkomen door naar het andere uiterste te streven: grote wijdlopigheid. Men krijgt wel eens de indruk, dat dit boek in hoofdzaak voor zelfstudie bedoeld is, omdat er zo weinig aan de leraar overgelaten wordt; maar het zal veel lezers afschrikken, dat er 13 (!) regels nodig zijn om tot de conclusie te komen, dat de kans op het trekken van een rode bal uit een vaas met 3 rode en 4 witte 3/7 bedraagt.
Het komt mij voor dat Dr. Bunt ook in zijn notatie wat te gedetailleerd is, b.v.: X (oorspronkelijke getallen), x (met het rekenkundig gemiddelde verminderde X), Y (met het voorlopig gemiddelde — „nieuw nulpunt", een overigens zeer geslaagde term — verminderde X), Z (door de klassebreedte gedeelde Y).
Anderzijds stelt N het aantal waarnemingen voor, n het aantal klassen, maar verderop is n weer de grootte van de steekproef.
De behandeling van een groot aantal stellingen (b.v. het gedrag van het gemiddelde en spreiding bij lineaire transformaties) is wel zeer uitvoerig; het streven om *volkomen* duidelijk en exact te zijn wordt hier, voor mijn gevoel, overdreven.

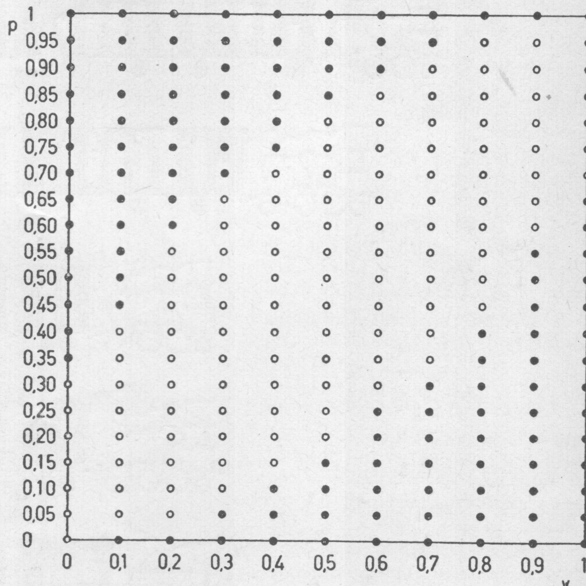
Men mene echter niet, dat deze bezwaren aan de waarde van dit werk belangrijk afbreuk zouden doen. Naast minder geslaagde zinnen en bladzijden vindt men in dit boek juweeltjes van didaktiek, tal van verhelderende voorbeelden, bijzonder goed gekozen vraagstukken, duidelijke en fraaie figuren.

Zo wordt eerst aan de hand van het geval $p = \frac{1}{2}$ bij 10 waarnemingen de binomiale verdeling en de normale benadering daarvan besproken; daarna volgt de uitbreiding tot andere waarden van p en tot andere aantallen.

De hierbij gereproduceerde figuur 20 en tekst (de vermelding dat $n = 10$ ontbreekt) geeft een goede indruk van de wijze van behandeling; v is de fractie successen in een steekproef.

Het toetsen van de hypothesen $p = 0$, $p = 0{,}05$, $p = 0{,}10$, . . ., $p = 1$.

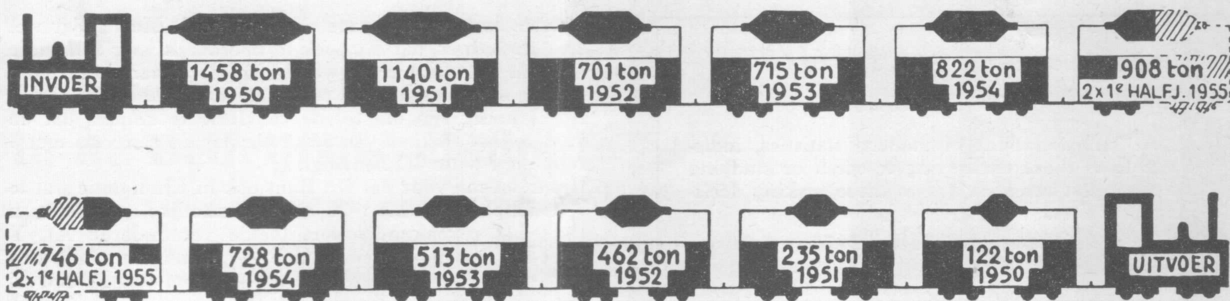
§ 72. We veronderstellen, dat voor elk van de waarden 0, 0,05, 0,10, . . ., 1 van p de afspraak C is gemaakt. Voor elk van deze waarden van p zijn in fig. 20 de waarden van v aangegeven, die er al of niet mee in tegenspraak geacht worden. Een stip geeft aan, dat de corresponderende waarden van p en v wèl, een cirkeltje, dat deze niet met elkaar in tegenspraak worden geacht.



Samenvattend kan gezegd worden dat hoewel men het boek van Dr. Bunt beknopter zou kunnen wensen (al is de royale lay-out de oorzaak ervan, dat men het op sommige punten ten onrechte als wijdlopig beschouwt) het een belangrijke bijdrage tot de didaktiek van de statistiek vormt.

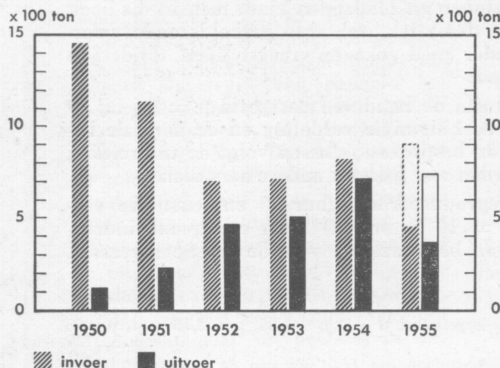
J. MUILWIJK

IN-EN UITVOER VAN LINNEN GARENS



DE LENGTE VAN DE COPS GEEFT DE HOEVEELHEID AAN

Drie grafieken



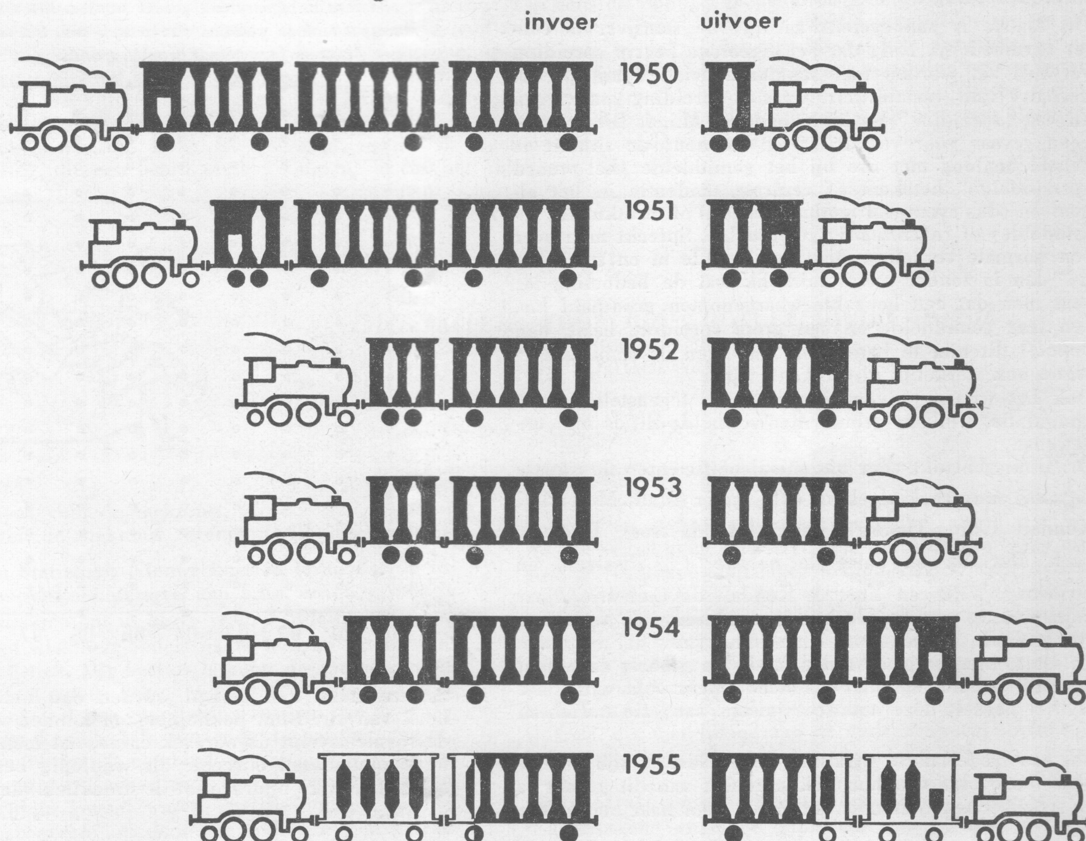
Bovenstaande uitbeelding van de in- en uitvoer van linnen garens vonden wij zo weinig duidelijk, dat wij zijn nagegaan hoe deze grafiek er uit had moeten zien, wilde zij de er aan ten grondslag liggende gegevens zuiver weergeven.
Bij de beeldgrafiek hieronder blijft het niet onaardige idee van de treintjes behouden, maar zonder de fouten, die in de bovenste grafiek zitten.

Deze zijn o.i. de volgende:

1. Men vergelijkt niet gemakkelijk lengten naast elkaar, maar wel onder elkaar.
2. De bij elkaar behorende jaren van in- en uitvoer moet men diagonaalsgewijs zoeken.
3. De wagons zijn te overheersend. De lengte van de cops is het voornaamste en moet het meest in het oog springen.

Door de drukke entourage is er niet uitgekomen wat in de onderstaande grafiek wel duidelijk wordt, nl. de beweging, die in het verloop der jaren zit en het verschil van in- en uitvoer per jaar afzonderlijk.
Zou men minder ruimte in beslag willen nemen dan voldoet een staafdiagram als hiernaast nog het allermeest, al mist dit het show-element.

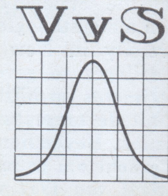
G.A.



Elke cone stelt 100 ton voor   Van 1955 zijn alleen gegevens van het eerste halfjaar bekend

Redactie: *J. W. E. Vos, math. drs.*

Statistisch Nieuws



Mededelingenblad van de Vereniging voor Statistiek

Van heinde en verre

De American Society for Quality Control heeft aan haar buitenlandse leden medegedeeld dat tengevolge van een statutenwijziging, al haar leden tot een der plaatselijke secties moeten toetreden. Om dit voor de buitenlandse leden mogelijk te maken is een commissie voor internationale samenwerking samengesteld, wier eerste taak is de oprichting van een internationale sectie van de A.S.Q.C. De buitenlandse leden kunnen dan, naar verwacht wordt, tot deze sectie toetreden. Reeds is een voorlopig bestuur van de sectie gevormd en wel uit de leden van een Europees team dat onlangs in de Ver. Staten kwaliteitsproblemen heeft bestudeerd. Dit voorlopige bestuur bestaat uit:
Charles S. Smith, Leicester College, Leicester, Engeland, *voorzitter*, Jean A. Teghem, Universiteit van Brussel, België, *vice-voorzitter*, Alf R. Hernes, Res. Inst. of Prod. Engineering, Munkedamsvn, 53B, Oslo, Noorwegen, *secretaris*, Kurt Stange, Techn. Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Duitsland, *penningmeester*.
Aan de leden is gevraagd of zij akkoord gaan met de oprichting van de sectie en de samenstelling van het voorlopig bestuur en of zij nadere aanbevelingen kunnen doen aangaande de activiteiten van deze sectie en de verkiezingen voor een nieuw bestuur voor het seizoen 1957/58.

Statistisch Allerlei

De voetbaltoto (III)

In onze eerste nabeschouwing over het artikel van de voetbaltotalisator vroegen wij om commentaar van hen die het niet met ons eens waren. Hierop is slechts een reactie binnengekomen en wel van Ir. G. J. Levenbach en die was het er nog mee eens ook. Deze inzender stuurde ons echter een ander artikel [1]) over het wedden bij base-ball. Hoewel wij niets van base-ball afweten en ook de voorwaarden voor deelneming aan de weddenschappen heel anders zijn dan bij voetbal is het toch aardig de korte inhoud even te vermelden daar de schrijver beweert dat men door volgens zijn systeem te spelen, altijd van winst verzekerd is. De bedoeling van het wedden is een aantal clubs aan te wijzen die naar de mening van de wedder zullen winnen. Dat thuisclubs vaker winnen dan bezoekende clubs is wel overwogen, maar toch niet in het systeem opgenomen. De eerste regel luidt: Wed nooit op een club tenzij ze haar vorige wedstrijd ook gewonnen heeft. Deze regel is gebaseerd op de ervaring dat winsten en verliezen altijd in series voorkomen die langer zijn dan met het toeval overeenkomt. De tweede regel luidt dat men niet op de thuisclub moet wedden indien men „runs" (een soort doelpunten) moet aftrekken. Dit aftrekken moet nl. geschieden wanneer de winst (bv. van een hoog geklasseerde club) vrijwel vaststaat. Men wedt dan niet op winst, maar op een uitslag van bv. minstens 3 punten voorsprong. Deze regel geldt omdat de thuisclub altijd de laatste kans (in de laatste „inning") heeft om punten te maken. Staat ze reeds voor na de voorlaatste, dan hoeft ze er geen punten meer bij te maken en het spel is reeds beslist, zonder dat de voor het winnen der weddenschap vereiste voorsprong is bereikt. De derde regel luidt tenslotte dat men steeds hetzelfde bedrag moet inzetten. De schrijver geeft een tabel met de winsten die men gemaakt zou hebben door volgens zijn systeem te spelen bij een inzet van telkens 100 dollar op de wedstrijden van de 16 grote clubs in het seizoen 1955, en daaruit blijkt dat men er goede zaken mee kan doen!

[1]) John Davenport, How to bet on baseball, Esquire, May, 1956.

Roken en longkanker (IV)

In het hoofdartikel van het Officieel orgaan van de Kon. Ned. Zuivelbond van 3 oktober 1956, getiteld *NEDERLAND EET TE VET*, wordt aan de Engelse onderzoeker Sinclair de volgende uitspraak toegeschreven:
„De kans om aan longkanker te sterven indien iemand meer dan 25 sigaretten per dag rookt, is geringer dan de sterftekans wanneer iemand 6 kg te zwaar weegt".
Deze verklaring klinkt geruststellend maar laat bij nader inzien nog ruimte genoeg over. Want het zou toch wel zeer droevig zijn als een zware roker nog meer kans had om aan longkanker te sterven, dan de gemiddelde roker aan alle doodsoorzaken tezamen en helemaal als die kans nog groter was dan de sterftekans van iemand die te dik is en daardoor allicht nog een tikkeltje grotere sterftekans bezit dan een normaal mens. Aan deze uitspraak hebben we dus niet veel. Het gekste is dat we er nog allerminst zeker van zijn dat de redactie van de zuivelbond de uitspraak verkeerd heeft begrepen en zo ja, wat Sinclair dan wel heeft bedoeld.

Prijsvraag Technische Hogeschool

De Senaat der Technische Hogeschool te Delft heeft in de afdeling der algemene wetenschappen een prijsvraag op statistisch gebied uitgeschreven voor studerenden aan een Nederlandse instelling van hoger onderwijs. Ten behoeve van lezers van dit blad die nog studerend zijn, geen doctoraal- of ingenieursexamen hebben afgelegd en hun krachten hierop wensen te beproeven volgt hier de opgave. Er is een kantoor met twee loketten voor het publiek. De loketten zijn gelijkwaardig, d.w.z. dat aan beide dezelfde handelingen kunnen worden verricht. Wanneer een klant wordt geholpen, is het loket gedurende t tijdseenheden bezet, de verdelingsfunctie van t is

$$F(t) = 1 - e^{-t}$$

De kans dat een klant binnenkomt in een klein tijdsinterval Δt is a Δt waarin a een constante, onafhankelijk van hetgeen voor dit interval plaatsvond. De kans dat er meer dan een klant in dit interval binnenkomt is van kleinere orde dan Δt. Als er een loket vrij is dan wordt de eerstvolgende klant direct geholpen, zo niet dan gaat hij achter de kortste der twee rijen staan. Natuurlijk wordt iedereen op zijn beurt geholpen en verder worden de rijen niet tussentijds verlaten.
Gevraagd wordt een uitdrukking geschikt voor numerieke berekening of een berekeningsproces voor de gemiddelde ondervonden wachttijd. Nadere bijzonderheden kan men vinden in de Nederlandse Staatscourant van 11 juli 1956. De oplossingen moeten vóór 15 september 1957 zijn toegezonden aan de secretaris van de Senaat der Technische Hogeschool.

Personalia

Dr. H. C. HAMAKER, statisticus van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven zal gedurende het

jaar 1957 een bezoek brengen aan de Verenigde Staten. Hij zal daar optreden als gasthoogleraar aan Rutgers University in New Brunswick, N.J. om colleges te geven in Design of Experiments en bijzondere onderwerpen uit de toegepaste mathematische statistiek. Bovendien is Dr. Hamaker aangezocht om gedurende het zomerkwartaal vàn 1957 werkzaam te zijn aan de Stanford University, California, voor het houden van enkele colleges en het verrichten van wetenschappelijk onderzoek.

Kroniek der Literatuur

Onlangs is verschenen: Guide to elementary statistical formulas, door R. E. Johnson en Doris N. Morris. Mc Graw-Hill Book Cy, New York, 1956. Prijs $ 3.—. Dit boek in handige vorm geeft een aantal formules en uitgewerkte praktijkvoorbeelden voor de uitvoerende statisticus.

Bij het Kon. Ned. Meteorologisch Instituut verscheen het eerste deel van een serie tabellenboeken getiteld: Frequenties van k-daagse neerslagsommen op Nederlandse stations. Deel I: Winterswijk 1880-1953, 321 p. stencil, De Bilt, 1956. Aan de parameter k werden 16 waarden van 1 tot 1800 gegeven en de tabellen geven dan de kans (frequentie) van een hoeveelheid neerslag gelijk aan (of groter dan) h mm, in een periode van k opeenvolgende dagen, in een gegeven deel van het jaar. Voor de andere waarnemingsstations zullen deze frequentietabellen eveneens verschijnen.

Uit de Vereniging

Economische Sectie

Op vrijdag 18 januari 1957 zal door de Economische sectie een *ECONOMISCH-STATISTISCHE DAG 1957* worden georganiseerd in het Jaarbeursgebouw te Utrecht, die om 13.30 aanvangt en ongeveer 17.30 wordt gesloten. Voor het programma zie men de advertentie elders in dit blad. De toegang is gratis voor alle belangstellenden, de leden der sectie ontvangen nog nadere mededelingen over deze dag.

Op 14 december houdt H. G. C. NANNINGA in het gebouw der Rijkspostspaarbank te Amsterdam, Van Baerlestraat 27 een voordracht over Conjunctuurtestonderzoekingen in Nederland. Aanvang 19.30.

Voorts zal C. J. VAN EIJCK op 19 december spreken over „Enkele ervaringen met factoranalyse" Tenslotte is er een voordracht van Ir. G. HAMMING op 30 januari 1957 over „Het meten van de specifieke concurrentie tussen twee artikelen". De beide laatstgenoemde lezingen vinden plaats in het Centraal Bureau voor de Statistiek, Oostduinlaan 2, 's-Gravenhage en vangen aan om 20 uur.

Op 28 september 1956 is ook in Groningen een plaatselijke studiekring opgericht. Het secretariaat berust bij M. R. W. BOS, Vismarkt 15a, Groningen, tot wie belangstellenden in de provincies Groningen, Friesland en Drente zich kunnen wenden om nadere inlichtingen. Het bestuur bestaat voorts uit Dr. H. Rijken van Olst, *voorzitter* en D. van der Lelie, *penningmeester*.

Tot secretaris van de Haagse studiekring is gekozen L. A. van der Linden, Ned. Stichting voor Statistiek, Bankaplein 1a, 's-Gravenhage, tel. (020) 550200. Verder werden in het bestuur gekozen H. G. C. Nanninga, *voorzitter* en L. Tas, *penningmeester*.

De Rotterdamse studiekring hield op 14 november zijn eerste bijeenkomst met een lezing van L. H. Klaassen over de statistiek in het verkeer.

Tenslotte was er op 12 oktober een bijeenkomst van de studiekring Amsterdam, waar H. Emanuel en Dr. W. J. van de Woestijne als inleiders optraden voor een discussie die zeer geanimeerd verliep.

De Sectie is begonnen met de uitgave van Economisch-Statistische Mededelingen, die naar behoefte zullen verschijnen en aan alle sectieleden worden toegezonden.

Bedrijfssectie

Op 3 november hield Dr. H. C. HAMAKER een voordracht over: Ponskaarten, een nuttig hulpmiddel voor de statisticus. Voorts organiseerde de sectie in samenwerking met de Stichting Kwaliteitsdienst voor de Industrie een lezing van CHARLES SMITH (Leicester College of Technology and Commerce) over: Kwaliteitsbeheersing.

Het adres van A. Bakker, secretaris van de Bedrijfssectie, is gewijzigd in: Beekhuizenseweg 27c, Velp.

Sectie beschrijvende statistiek

Deze sectie kwam voor de tweede maal in dit seizoen bijeen voor een lezing door Dr. J. H. C. Lisman over: Statistische voorlichting binnen het bedrijf. Spreker schetste de moeilijkheden die zich hierbij voordoen en op welke wijze deze bij de PTT werden opgelost; de statistieken binnen het bedrijf voldoen nu aan de verlangens der lezers: zij bevatten niet teveel materiaal, zijn zo up-to-date mogelijk en interessant. Na deze lezing volgde een geanimeerde gedachtenwisseling.

Sectie mathematische statistiek

Het bestuur van deze sectie heeft besloten haar leden aan te moedigen zelf korte voordrachten, die geen vergevorderde wiskundige resultaten behoeven te omvatten, voor de sectie te houden. Aanmeldingen hiervoor, liefst met een korte samenvatting van de lezing, worden gaarne ingewacht bij de secretaris, M. de Vries, Berkenrodestraat 15, Haarlem.

Mathematisch Centrum

Cursus Statistiek

De statistische afdeling van het Mathematisch Centrum geeft in 1957 in Den Haag een oriënterende cursus over statistiek, voornamelijk bestemd voor leraren in verband met de mogelijke invoering van de statistiek als leervak bij het V.H. en M.O.
De cursus, die evenzeer voor andere belangstellenden toegankelijk is, is geheel analoog aan die, welke thans door Prof. dr. J. Hemelrijk in Amsterdam wordt gegeven en staat onder leiding van Mej. Constance van Eeden, math. dra., medewerkster der statistische afdeling. Hij vindt plaats in het gebouw van het Pedagogisch Centrum, Lijnbaan 32, 's-Gravenhage, op woensdag om de 14 dagen, te beginnen 9 januari 1957. Aanvang 20 u. Het cursusgeld bedraagt *f* 10,— voor één jaar, daarvoor wordt aan de deelnemers een syllabus uitgereikt.
Aanmeldingen tot deelname richte men zo spoedig mogelijk aan de administratie van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49, Amsterdam onder gelijktijdige overmaking van het cursusgeld op postrekening 462890 met vermelding op het strookje: cursus statistiek Den Haag.

Publikaties

Hier volgt een aanvulling op de lijst van bij het Mathematisch Centrum te Amsterdam (giro 462890) verkrijgbare rapporten.

S 156 (C7) D. van Dantzig, Syllabus van het college Markoff-ketens 1953-'54, bewerkt door G. Zoutendijk met medewerking van J. Hirsch, Prijs *f* 8,—.

S 207 (VP9) Constance van Eeden, Maximum likelihood estimation of partially or completely ordered parameters. Prijs *f* 1,—.

S 208 (M76) A. Benard en Constance van Eeden, Handleiding voor de symmetrietoets van Wilcoxon, Prijs *f* 1,75.

In dit rapport wordt aan de hand van een aantal voorbeelden, beschreven hoe men, met behulp van een door F. Wilcoxon ontworpen toets, de hypothese kan toetsen dat een aantal grootheden $z_1, z_2, \ldots, z_m$ alle symmetrisch ten opzichte van 0 verdeeld zijn. Het rapport bevat uitgebreide tabellen van overschrijdingskansen en kritieke waarden.

S 209 (VP10) Constance van Eeden and A. Benard, General theorems on Wilcoxon's test for symmetry, Prijs *f* 1,25.

In dit rapport vindt men de afleidingen van de formules vermeld in S 208 (M76).

PRIJSVRAAG

Het Bestuur van de Kwaliteitsdienst heeft, op voorstel van de Redactie van Sigma, besloten jaarlijks een prijsvraag uit te schrijven, die de naam zal dragen van

Ir. J. van Ettinger-prijs

Het doel van deze prijsvraag is de kwaliteitszorg in de industrie in het algemeen, en in het bijzonder de toepassing van de statistische methoden van kwaliteitsbeheersing, te bevorderen.

Gevraagd wordt: Een artikel van minimaal 2000 woorden en maximaal 5000 woorden (afbeeldingen inbegrepen), dat een beschrijving geeft van een sprekend geval van praktische toepassing van de methode van kwaliteitsbeheersing of van industriële kwaliteitszorg in het algemeen. In dit artikel dient uit te komen:

- hoe de situatie was;
- welke maatregelen en methoden ter verbetering gekozen werden en waarom;
- wat de resultaten waren.

De verhandeling dient goed gesteld te zijn en moet voorzien zijn van duidelijke en toegelichte afbeeldingen.

De Prijs: De Kwaliteitsdienst stelt voor de beste inzending een prijs beschikbaar, bestaande uit een bedrag van ƒ 250,—, vergezeld van een oorkonde. Ook het bedrijf, waarin de toepassing werd gerealiseerd, en eventueel andere bedrijfsfunctionarissen dan de auteur, zullen op aantrekkelijke — nog nader te bepalen — wijze in de erkenning worden betrokken. Voor de plaatsing van het bekroonde artikel in Sigma ontvangt de winnaar het gebruikelijke honorarium.

De Redactie van Sigma zal jaarlijks aan het Bestuur van de Kwaliteitsdienst een voorstel doen voor de toekenning van de prijs.

De prijs zal worden uitgereikt op de Dag voor Industriële Statistiek, voor de eerste maal in het najaar 1957.

Niet bekroonde inzendingen, die echter wel geschikt geacht worden voor publikatie in Sigma, zullen met een eervolle vermelding eveneens in Sigma verschijnen. De auteur ontvangt hiervoor het gebruikelijke honorarium.

De inzendingen dienen uiterlijk 1 september 1957 in het bezit te zijn van de redactie van Sigma, Koninginnegracht 101, Den Haag.

Druk: N.V. Luctor et Emergo, Den Haag

KOSTPRIJSBEREKENING

voor een diesel-truck met aanhangwagen
(nuttig laadvermogen ± 22 ton)

Calculatiegegevens Truck:

Aanschaffingsprijs geh. compl. ± ƒ 48.000,—
Prijs van de banden:
maat 1000 × 20 14 ply
aantal 10 st. + 1 res.
buitenband ƒ 474,—
binnenband ƒ 33,80
Eigengewicht: ± 7200 kg
Techn. levensduur van de wagen 500.000 km
Techn. levensduur van de banden 75.000 km
Brandstofverbruik ± 1 : 2,3

Calculatiegegevens aanhangwagen

Aanschaffingsprijs geh. compl. ± ƒ 12.500,—
Prijs van de banden: maat 900 × 20 12 ply
aantal 8 st. + 1 res.
buitenband ƒ 384,—
binnenband ƒ 23,50
Eigen gewicht: ± 4500 kg
Techn. levensduur van de banden 60.000 km
Aanhangwagen af te schrijven in 10 jaar

Vaste kosten per jaar:

Gemiddelde rente 5% over de halve aanschaffingsprijs	ƒ 1512,50
Motorrijtuigenbelasting	ƒ 3387,50
Verzekering	ƒ 2000,—
Garagekosten	ƒ 1200,—
Loon chauffeur + soc. lasten	ƒ P.M.
Loon bijrijder + soc. lasten	ƒ P.M.
Afschrijving aanhangwagen zonder banden en met een restwaarde van ± ƒ 1000,—	ƒ 785,—
Reparatie en onderhoud aanhangwagen	ƒ 600,—
Aandeel algemene kosten en onvoorzien	ƒ P.M.
Totale vaste kosten per jaar:	ƒ 9485,—

Variabele kosten per km:

Afschrijving wagen zonder banden en met een restwaarde van ± ƒ 6000,— à ƒ 36415,— : 500.000 is	7,29 ct.
Afschrijving banden truck ƒ 5078,— : 75.000 is	6,78 ct.
Afschrijving banden aanhangwagen ƒ 3260,— : 60.000 is	5.44 ct.
Dieselolie	6,79 ct.
Smeerolie en vet	1,3 ct.
Reparatie en onderhoud	5,— ct.
Totale variabele kosten per km	32,6 ct.

Vaste kosten per bedrijfsdag en per uur:

Bij 260 bedrijfsdagen per jaar, per dag (afgerond)	ƒ 36,50
Bij 8 bedrijfsuren per dag, per uur (afgerond)	ƒ 4,60

sigma Σ TIJDSCHRIFT VOOR INDUSTRIËLE STATISTIEK EN KWALITEITSBELEID

Inhoudsopgave van jaargang 1956

Alfabetisch register naar auteur

Register naar onderwerp

Organisatie en Kwaliteitsbeleid

Procesanalyse

Procesbeheersing

Statistisch Nieuws

Statistische proefopzetten

Statistische technieken

Vragenrubriek